

**Mémoire présenté le :
pour l'obtention du diplôme
de Statisticien Mention Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuares**

Par : Monsieur LOSITO Alexandre

Titre du mémoire : Pilotage de composantes de l'ORSA dans des scénarios adverses à l'aide de projections stochastiques.

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

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

Membres présents du jury de la
filière :

Signature :

Entreprise :

Nom : CLERMONT David

Signature :



Directeur de mémoire en entreprise

Membres présents du jury de
l'Institut des Actuares :

Signature :

Nom : DEBAIS Thomas

Signature :



Invité :

Nom :

Signature :

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

Signature du responsable entreprise :



Signature du candidat :



Remerciements

Je voudrais remercier avant tout Thomas DEBAIS, mon manager et tuteur au sein de Swiss Life France, pour sa confiance, sa sincérité ainsi que son accompagnement tout au long de mon année d'alternance.

Je remercie également Julien BECKEL et Briec PLURIEN pour leur accueil au sein de l'équipe, ainsi que pour leurs conseils avisés.

Plus généralement, je remercie l'ensemble de l'équipe ALM de Swiss Life France pour leur bonne humeur et leur professionnalisme au quotidien.

Mes remerciements les plus sincères vont à l'ensemble du corps professoral rencontré au cours de mes études supérieures, pour les connaissances transmises, et plus particulièrement Sébastien FARKAS, mon tuteur au sein de l'ISUP, pour son suivi rigoureux et son aide.

Un clin d'œil également à Pierrick SOLEILLANT et Mikaël ROGER, professeurs de mathématiques en classe préparatoire, que je remercie pour m'avoir transmis le goût des mathématiques.

Enfin, je tiens à remercier mes parents et ma compagne, pour leur soutien inconditionnel, sans lequel ce mémoire n'aurait probablement jamais vu le jour.

Résumé

L'ORSA est un processus annuel d'évaluation prospective des risques et de la solvabilité. Appréhendé sur plusieurs années (en général 3 ou 5 ans), ce dernier permet à l'assureur de mesurer son adéquation au profil de risque qu'il a défini et de s'assurer de le respecter sur un horizon moyen terme. Ce mémoire conçoit cet exercice du point de vue du gestionnaire actif-passif, et a pour finalité la mise en place d'un nouveau procédé plus juste et plus précis à l'aide du modèle de projection stochastique (Prophet). En effet, le modèle ORSA actuel pour lequel des arbitrages entre complexité, précision et faisabilité ont été réalisés lors de son implémentation, présente des limites. L'objectif de ce mémoire n'est pas de reproduire un exercice ORSA en intégralité mais l'étude du SCR marché et de la PVFP projeté selon trois scénarios : un en conditions normales d'activités, et deux en conditions de *stress*. Néanmoins, le nouveau modèle étant testé en variant principalement les hypothèses à l'actif et analysé sur un nombre limité de métriques, il n'est pas possible de conclure irréfutablement sur sa robustesse.

Mots clés : *Gestion actif-passif, Assurance Vie, Epargne, Interactions actif-passif, Own Risk Solvency Assessment (ORSA), Participations aux bénéficiaires, Pilotage, Projections, Solvabilité II, Scénarios adverses, Calculs stochastiques.*

Abstract

The ORSA is an annual prospective risk and solvency assessment process. Apprehended over several years (generally 3 or 5 years), the latter allows the insurer to:

- measure its adequacy with the risk profile it has defined.
- ensure the compliance with the defined risk profile over a medium-term horizon.

This thesis conceives this exercise from the point of view of the asset-liability manager, and aims to set up a new, fairer and more precise process using the stochastic projection model (Prophet). Indeed, the current ORSA model – for which trade-offs between complexity, accuracy and feasibility were made during its implementation – has several limitations. The objective of this paper is not to reproduce a full ORSA exercise but to study the SCR Market and the PVFP projected under three scenarios: one under normal business conditions, and two under stress conditions. Nevertheless, the new model being tested by mainly varying the hypotheses on the asset side and analysed on a limited number of metrics, it is not possible to conclude irrefutably on its robustness.

Key words: *Assets & Liabilities Management (ALM), Life Insurance, Savings, Assets-Liabilities interactions, Own Risk Solvency Assessment (ORSA), Profits Sharing, Company steering, Projections, Solvency II, Adverse rates scenarios, Stochastic Calculus.*

Sommaire

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	4
Introduction	7
PARTIE 1 : Des spécificités de l'activité d'assurance à la problématique de la gestion actif-passif	10
1.1. Présentation de l'activité d'assurance	11
1.1.1. Introduction à l'assurance vie	11
1.1.2. Les placements de l'assureur	12
1.1.3. Produits proposés et options et garanties financières.....	15
1.2. Présentation du cadre réglementaire européen : Solvabilité 2	17
1.2.1. Pilier I : Exigence de capital et nouvelle norme comptable	17
1.2.2. Pilier II : Prise en compte du profil de risque, à travers l'ORSA notamment	21
1.2.3. Pilier III : Transparence et <i>reporting</i>	23
1.3. Modélisation économique de l'entreprise	24
1.3.1. Le Mid-Term Planning (MTP).....	24
1.3.2. Interactions actif-passif et le modèle ALM qui en découle	24
1.3.3. La notion d'appétence au risque	25
1.4. Approche utilisée dans la suite de ce mémoire	28
PARTIE 2 : Optimisation du processus ORSA	30
2.1. Limites du processus actuel	31
2.1.1. Les interactions actif-passif et les sensibilités croisées.....	31
2.1.2. Le TMG moyen	33
2.1.3. Le taux de rendement de l'actif (TRA).....	36
2.1.4. Gestion de la sensibilité aux taux de manière déterministe	37
2.2. Méthodologie retenue : Un procédé en deux étapes	42
2.2.1. Parallèle avec la méthode des simulations dans les simulations.....	42
2.2.2. Etape 1 : vieillissement des entrées Prophet	44
2.2.3. Etape 2 : Utilisation de Prophet et analyse des résultats.....	50
2.2.4. Justification de l'approche utilisée et ses limites	53
PARTIE 3 : Pilotage du ratio de solvabilité et optimisations possibles	54
3.1. Préambule à la mise en application du modèle	55
3.1.1. Couple rendement-risque	55

3.1.2.	Méthode de calcul du SCR marché.....	57
3.1.3.	Introduction à la notion de valeur économique du portefeuille acquis	59
3.1.4.	Réflexion autour de la projection des passifs.....	59
3.2.	Mise en application du modèle sur le scénario central	61
3.2.1.	Rationnel du scénario	61
3.2.2.	Analyse des résultats obtenus pour le scénario central.....	61
3.3.	Mise en application du modèle pour un scénario de baisse des marchés actions	67
3.3.1.	Rationnel du scénario	67
3.3.2.	Analyse des résultats obtenus pour le scénario de baisse des marchés actions sans <i>management rules</i>	67
3.3.3.	Impact des <i>management rules</i> sur la PVFP et le SCR marché	69
3.4.	Mise en application du modèle pour un scénario de taux bas prolongés.....	72
3.4.1.	Rationnel du scénario	72
3.4.2.	Analyse des résultats obtenus pour le scénario de taux bas prolongés sans <i>management rules</i>	72
3.4.3.	Impact des <i>management rules</i> sur la PVFP et le SCR marché	75
3.5.	Démonstration des incidences et des limites du nouveau modèle	79
3.5.1.	Incidences constatées	79
3.5.2.	Limites identifiées et optimisations possibles.....	80
Conclusion		82
Bibliographie		84
Table des illustrations		85
ANNEXES		87
A.	Annexe A : Modélisation et calcul du Dampener	88
B.	Annexe B : Figure 16 agrandie	91

Introduction

En plus d'avoir été durement secoué par la crise du coronavirus en 2020, l'environnement de taux d'intérêts très bas – voire négatifs – depuis 2019 oblige le monde de l'assurance vie à s'adapter, se réinventer, en proposant de nouvelles offres afin de réorienter l'épargne d'une clientèle généralement averse aux risques.

Parmi les diverses solutions proposées par les acteurs du marché, la plus radicale fut la suppression du fonds Euro sur les contrats nouvellement commercialisés. D'autres, plus modérés, proposent une majoration du rendement du fonds Euro si l'assuré atteint une certaine proportion d'unités de comptes sur son contrat. Les assureurs multiplient également les offres commerciales afin d'alléger la charge que représentent les anciens contrats délivrant un taux minimum garanti élevé, difficile à servir dans un environnement de taux bas prolongé.

Cependant, le marché de l'assurance vie est ultra-concurrentiel, chaque décision concernant le fonds Euro est scrutée de près, et pour cause : à fin 2019, le fonds Euro représentait 78% des encours ! Mais en 2020, les problématiques liées aux fonds Euro ont été écartées du devant de la scène pour laisser place à la pire année de collecte depuis les années 90. En effet, le secteur a enregistré une décollecte nette de 6,5 milliards d'euros en 2020. Les épargnants français se sont dirigés vers l'épargne de précaution délaissant ainsi les assureurs, qui cherchent eux-mêmes à donner un coup de frein à la collecte sur les très prisés fonds Euros, de plus en plus coûteux du fait de leur garantie en capital dans un univers de taux bas.

En plus d'un environnement économique défavorable depuis maintenant plusieurs années, les assureurs doivent – depuis 2016 – s'accommoder à Solvabilité 2, une directive Européenne mettant l'accent sur la prudence et la maîtrise des risques auxquels ils sont exposés. Cette directive s'articule autour de trois piliers :

- Le premier pilier pose les bases des exigences quantitatives, en matière de fonds propres réglementaires et des provisions mathématiques. On y introduit notamment des notions telles que le *Best Estimate*, qui correspond à la valeur actuelle attendue des flux futurs de trésorerie du passif et le *Solvency Capital Requirement (SCR)*, qui établit un niveau de fonds propres réglementaires.
- Le second pilier introduit l'évaluation interne des risques à travers l'*Own Risk Solvency Assessment (ORSA)* et définit également les exigences en termes de gouvernance. Le procédé ORSA est plus large que la détermination du SCR.
- Le troisième pilier fixe les règles en matière de communication et de publication d'informations prudentielles.

Pourtant, ce riche cadre réglementaire – qui sera détaillé ultérieurement – a permis au secteur assurantiel de traverser une crise sans précédent, et certains acteurs semblent même donner, en ce début d'année 2021, les signes d'un rebond dont les effets pourraient s'annoncer durables dans le cas où l'hypothèse d'une remontée des taux d'intérêts se confirmait.

Outre ces observations macro-économiques, il y a un véritable intérêt à gagner en précision et en connaissance des risques sur les calculs de solvabilité à la maille d'une compagnie d'assurance.

L'activité d'assurance étant sensible à l'environnement socio-économique, il est important pour un assureur d'appréhender les incidences d'une évolution, favorable ou non, de cet environnement sur son bilan. A cet effet, les exigences réglementaires fournissent les diverses métriques à analyser, ainsi

que les procédés à mettre en œuvre pour quantifier et anticiper les conséquences d'événements défavorables. Par exemple, l'assureur peut essayer de calculer son niveau de fonds propres réglementaires ainsi que son SCR selon diverses hypothèses technico-financières reflétant un scénario économique donné. L'idée sous-jacente étant, une nouvelle fois, la quantification et l'anticipation des effets générés par la réalisation de divers scénarios économiques. En pratique, ces calculs ne sont pas simples à mettre en œuvre : les variations à l'actif du bilan vont impacter le passif, et inversement. Pour appréhender les interactions actif-passif, l'assureur a recours à un moteur ALM. Cependant, le SCR, tel que défini par la formule standard, ne permet pas la quantification de scénarios spécifiques. Deux exemples souvent présentés sont le scénario « risque cyber », transposant l'impact d'une cyberattaque sur la société, ainsi que le scénario « risque de réputation », correspondant à une dégradation de l'image de l'assureur. Pour autant, les risques non-couverts par la formule standard du SCR ne sont pas nécessairement exemptés d'études. Ces derniers peuvent effectivement faire l'objet de scénarios étudiés dans le cadre du processus ORSA. Ce processus, plus large, et plus libre dans sa mise en œuvre opérationnelle fait l'objet d'un rapport. Le rapport produit à l'issue de l'exercice ORSA couvre en général une période d'activité de 3 à 5 ans et doit mentionner, a minima :

- L'évaluation du besoin global de solvabilité ;
- Le Respect permanent des exigences de capital et de provisions techniques ;
- L'adéquation entre le profil de risque de l'assureur et les hypothèses qui sous-tendent le calcul du SCR.

Le contenu de ce dernier est apprécié par le régulateur (en France, l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution, abrégé ACPR).

A l'inverse de la détermination du SCR, qui résulte de prescriptions réglementaires très encadrées, et dont l'application par Swiss Life est scrupuleusement vérifiée et validée par les superviseurs, le processus ORSA est plus libre dans les détails de son implémentation. Dès lors des arbitrages entre complexité, précision et faisabilité sont à réaliser lors de l'implémentation, pouvant dès lors présenter des limites.

En pratique, dans le choix retenu actuellement, les projections effectuées dans le processus ORSA sont réalisées de manière déterministe sous plusieurs scénarios représentatifs à partir d'une situation de départ établie au second trimestre de l'année en cours à base d'hypothèses et de sensibilités issues de calculs stochastiques. Point important : ces sensibilités les plus granulaires (mesurées à $t=0$) sont supposées constantes à chaque pas de projection, or, il est vraisemblable que ces dernières évoluent à mesure que le bilan de la société est projeté.

En effet, les sensibilités utilisées ne captent pas les évolutions :

- Du taux minimum garanti moyen du portefeuille ;
- Du taux de rendement de l'actif, correspondant au taux de rendement des placements de l'assureur.

D'autres limites inhérentes au modèle ont été identifiées, en particulier une modélisation imparfaite des interactions actif-passif avec les effets croisés des chocs conjoints.

Dès lors, quelle solution actuarielle peut être mise en place pour surmonter ces différentes limites, et à terme, gagner en qualité sur l'exercice ORSA ?

L'idée sous-jacente de la solution mise en œuvre consiste à mettre à profit le moteur ALM – déjà utilisé dans le cadre de calculs de SCR – tant par sa puissance de calcul que par sa capacité à appréhender exhaustivement les effets croisés ALM et des chocs multiples. Evidemment, les différentes limites

identifiées sont *de facto* appréhendées par le moteur ALM, d'où l'intérêt porté à son utilisation. Toutefois, la complexité de ce dernier a généré des problématiques inédites, auxquelles il a fallu répondre par l'innovation.

Nous commencerons ce mémoire par l'introduction des problématiques liées à l'activité d'assurance, telles que la structure de l'activité elle-même et le cadre réglementaire – et plus particulièrement l'ORSA – dans lequel s'inscrit cette activité. Après avoir introduit quelques notions de modélisation économique de l'entreprise d'assurance, l'approche retenue pour la nouvelle modélisation de l'ORSA sera présentée.

C'est dans la seconde partie que seront détaillées, dans un premier temps, l'ensemble des limites connues de ce qui deviendra « l'ancien processus ORSA ». Puis, dans un second temps, la modélisation du « nouveau processus ORSA » sera explicitée dans les moindres détails.

Enfin, la dernière partie mettra à l'épreuve le modèle développé. Nous chercherons à comprendre les réactions du modèle sur trois scénarios :

- Un scénario de conditions normales d'activités ;
- Un scénario de baisse des marchés actions ;
- Un scénario de taux bas prolongés.

L'objectif de cette dernière partie est double : montrer que le modèle est cohérent en plus de prouver que les limites de l'ancien procédé sont dépassées. Nous verrons toutefois qu'il est nécessaire d'aller plus loin pour démontrer la totale efficacité de ce nouveau modèle.

Pour rappel, l'objectif de ce mémoire n'est pas de reproduire un exercice ORSA dans son intégralité mais l'étude de certaines métriques (SCR marché et PVFP) sous plusieurs scénarios, jugées pertinentes à des fins d'analyses du nouveau modèle mis en place.

**PARTIE 1 : Des spécificités de l'activité
d'assurance à la problématique de la
gestion actif-passif**

1.1. Présentation de l'activité d'assurance

1.1.1. Introduction à l'assurance vie

L'assurance est une opération par laquelle l'assuré se fait promettre, moyennant rémunération (**la prime**), pour lui ou pour un tiers, **une prestation** payée par un assureur, en cas de réalisation d'un risque.

Ce qui caractérise l'activité d'assurance, est ce qu'on appelle **l'inversion du cycle de production** : l'assureur vend un produit d'assurance sans savoir si ce produit lui sera profitable, étant donné que le prix de revient d'un produit d'assurance ne peut pas être connu à l'avance, car aléatoire. En revanche, ce prix de revient peut-être approché par des techniques statistiques et probabilistes.

De plus, il faut distinguer deux types d'assurance : l'assurance vie et l'assurance non-vie¹. Cette distinction résulte de deux faits :

- La durée des engagements, qui est bien plus courte en assurance non-vie qu'en assurance vie. En assurance vie, il se passe en moyenne 10 ans entre le versement de la première prime et le paiement de la prestation. Cela s'explique par la volonté de la plupart des détenteurs d'assurance vie de constituer une épargne long terme ainsi que la fiscalité avantageuse de ces contrats au-delà de 8 ans.
- Le paiement de la prestation dépend du type d'assurance :
 - o En assurance non-vie, on applique le principe indemnitaire. Défini par l'article L. 121-1 du Code des Assurances, il stipule que « l'indemnité due par l'assureur à l'assuré ne peut pas dépasser le montant de la valeur de la chose assurée au moment du sinistre ».
 - o En assurance vie et assurance de personnes, on applique le principe forfaitaire. L'article L. 131-1 du Code des Assurances indique que le montant de la prestation est fixé dans le contrat sans tenir compte du préjudice subi. Dans le cas de l'assurance vie ou d'opération de capitalisation, ce sur quoi ce mémoire porte, « le capital ou la rente garantis peuvent être exprimés en unités de compte constituées de valeurs mobilières ou d'actifs offrant une protection suffisante de l'épargne investie ».

Cependant, il existe un principe commun à ces deux types d'assurances : **la mutualisation des risques**. Pour respecter ce principe, il faut qu'il y ait suffisamment d'assurés, que les risques soient indépendants (le sinistre de l'un n'augmente pas les chances de survenance du sinistre de l'autre) et homogènes (même aléa). Le principe de la mutualisation des risques est de faire en sorte que les primes des uns servent à payer les sinistres des autres.

Enfin, les primes, payées par les assurés de manière périodique ou libre, dont le montant est fixe ou variable, sont réinvesties sur les marchés. L'objectif étant alors de générer un revenu supplémentaire à l'assureur non-vie au moment de régler les sinistres, ou de rendre ses produits plus attractifs dans le cas d'un assureur vie. Nous verrons comment par la suite. Parmi les contrats d'assurance vie, on distingue 3 types de contrats, et donc différents objectifs de rentabilité :

¹ A noter qu'il existe également l'assurance de personnes, couvrant les accidents corporels, l'invalidité, la maladie... mélangeant ainsi des lignes d'activités propres à l'assurance vie et l'assurance non-vie.

- Les contrats en fonds Euro, offrant une garantie en capital. Chaque année, le capital est revalorisé selon deux éléments. Le premier est le Taux Minimum Garanti (TMG), son niveau maximum est défini par l'article 132-1 du Code des Assurances tel que :

$$TMG = \min (3,5\% ; 60\% * TME)$$

Où le TME représente le taux moyen des emprunts d'Etat sur les 6 derniers mois, valant -0,08% au 31/12/2019. Le niveau du TMG étant fortement lié au niveau de taux du moment, on observe sur le marché des contrats mentionnant un TMG autour de 0% brut de frais cohérent avec la situation actuelle de taux très bas.

Le second élément est la participation aux bénéficiaires. Il s'agit d'une partie des bénéficiaires de l'assureur reversée aux assurés. Nous présenterons plus en détail cette revalorisation financière dans la sous partie « 1.1.3 Produits proposés et options et garanties financières ».

- Les contrats en Unités de Comptes (UC), permettant d'investir sur des valeurs mobilières et des actifs financiers variés (OPCVM, actions et obligations variées, etc.) dont nous verrons la définition dans la partie suivante. Sur ces contrats, le risque est porté par l'assuré, le rôle de l'assureur est de garantir le nombre de parts sur les UC. Les contrats UC sont plus risqués, ce qui, dans les faits, se traduit par une espérance de gain plus importante mais aussi par une possibilité de perte. A l'inverse des contrats Euro, il n'y a aucun rendement garanti et aucune garantie en capital sur les contrats UC (certains assureurs proposent toutefois des garanties « plancher », qui limitent la perte en capital).
- Les contrats mixtes, comportant une partie investie en fonds Euro et le reste en UC.

1.1.2. Les placements de l'assureur

Comme évoqué précédemment, les primes d'assurance sont réinvesties sur les marchés, et ce de manière bien définie. En effet, l'assureur vie doit être en mesure de faire face à ses engagements à tout moment, et donc limiter son exposition au risque, mais il se doit également de proposer des rendements attractifs. L'assureur cherchera alors à maximiser le rendement financier afin d'obtenir le meilleur résultat financier possible et ainsi distribuer des taux de rendement attractifs au passif, à travers la participation aux bénéficiaires, le tout en ayant un risque de perte limité. Pour cela il définit alors une Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA), afin de définir sur quels actifs financiers sont investies les primes et dans quelles proportions. Naturellement, l'assureur investit ses primes en cohérence avec ses engagements.

Autre facteur important qui rentre en compte dans la SAA : la liquidité. La liquidité définit la capacité d'un actif à se vendre rapidement sur les marchés. L'actif le plus liquide est le *cash*, et parmi les actifs peu liquides, on peut citer l'immobilier, le *Private Equity* ou encore les investissements en infrastructures.

Les marchés financiers proposent un spectre très large de produits financiers sur lesquels les primes peuvent être investies. Parmi les plus représentés à l'actif des bilans de compagnies d'assurance, on trouve :

- **Les obligations** : très certainement le titre le plus présent dans le bilan des assureurs vie. Les obligations sont des titres de créances utilisés par les entreprises ou les Etats pour emprunter de l'argent sur les marchés financiers. L'acheteur d'obligation (ici, l'assureur), perçoit en contrepartie des intérêts (le « coupon ») et se voit rembourser, au terme prévu, le montant prêté à l'émetteur. Ce montant est également appelé « nominal ». Une obligation peut avoir

une durée de vie très courte (inférieure à 1 an) ou très longue² (50 ans ou plus). Ainsi les obligations sont donc idéales pour représenter les engagements à long terme d'un assureur vie tout en maintenant la garantie de capital.

- **Les actions** : une action est une fraction du capital d'une société. Une action est généralement cotée en bourse et possède une bonne liquidité puisque le marché boursier est relativement profond. A l'inverse des obligations, qui sont des actifs peu risqués (le seul risque est le risque de défaut de l'émetteur), les actions sont des actifs financiers plus risqués caractérisées par deux éléments. Le premier est sa valeur, qui peut subitement baisser pour diverses raisons (mauvaise santé financière de la société, récession économique...). Le second est le dividende, qui correspond à la part des bénéfices reversée aux actionnaires une (ou plusieurs) fois par an. Le montant du dividende est, en général, incertain³, et peut-être nul certaines années (ce qui est le cas pour de nombreuses sociétés en 2020). Pour limiter la prise de risque sur le marché action, le Code des Assurances⁴ prévoit des limites sur les investissements en actions.
- **Les produits dérivés** : on appelle produits dérivés des actifs financiers dérivés des produits de base tels que les actions et obligations, mais aussi les devises ou les matières premières. Les produits dérivés permettent d'investir plus finement sur les marchés. On distingue deux catégories de produits dérivés :
 - o Les contrats à terme : il s'agit de contrats sur lesquels un acheteur et un vendeur se mettent d'accord sur les conditions d'échange d'un sous-jacent, tel qu'une devise ou une matière première par exemple, et qui s'effectuera à une date future précisée par le contrat. L'échange sera exécuté, qu'il soit favorable ou non pour l'acheteur. Le prix de l'échange est fixé à la date d'élaboration du contrat. Ces types de contrats permettent de se couvrir contre le risque d'une évolution défavorable du risque de change, même s'ils peuvent être utilisés à des fins spéculatrices. Il existe deux types de contrats à terme : les *Futures* et les *Forwards*. La différence entre ces deux contrats réside dans les marchés sur lesquels ils sont négociés : les *Forwards* sont négociés de gré à gré, il n'y a pas d'intermédiaire financier, là où les contrats *Futures* sont échangés sur les marchés organisés.
 - o Les options : une option est un contrat qui offre la possibilité mais pas l'obligation à son acheteur de vendre ou d'acheter un sous-jacent à un prix fixé par le contrat. Une option peut avoir une ou plusieurs dates d'exercice (i.e. plusieurs dates à laquelle l'acheteur d'option peut l'exercer). Il existe de très nombreuses options, si bien qu'elles sont divisées en deux catégories : les options vanilles (qui sont simples à appréhender) et les options exotiques (qui présentent des caractéristiques plus complexes). Ce mémoire n'étant pas axé sur les stratégies optionnelles, nous nous contenterons d'évoquer les deux options les plus connues, à savoir le *Call* et le *Put*. Le *Call* est une option d'achat portant sur un sous-jacent à une date donnée⁵ (maturité) et à un prix donné (appelé *Strike*). A l'inverse, le *Put* est une option de vente portant sur un sous-jacent. L'utilisation de ces options permet de se couvrir contre évolution défavorable du cours du sous-jacent (en général une action). Dans le cas d'un assureur, acheter des *Puts* offrira une couverture en cas de baisse des marchés financiers. Enfin,

² On peut également faire mention des obligations perpétuelles, il s'agit d'obligations sans date de maturité, et donc l'émetteur se doit de rembourser chaque année le coupon obligataire.

³ Certaines sociétés s'engagent à délivrer le même rendement chaque année, on peut alors connaître à l'avance le montant du dividende pour ce cas précis.

⁴ Se reporter au Livre III, Titre III, Chapitre II, Section I, Sous-section I du Code des Assurances.

⁵ Il est question ici d'un *Call* européen, un *Call* américain peut s'exercer à n'importe quelle date.

les options peuvent être utilisées pour répliquer les options et garanties financières que nous verrons en 1.1.3.

- **Les placements immobiliers** : un assureur peut également investir ses primes dans des placements immobiliers. Investir dans des bâtiments offre un rendement supérieur aux obligations et reste relativement sûr, mais présente un inconvénient, et pas des moindres : le manque de liquidité. Cependant, les investissements immobiliers ne se limitent pas aux immeubles : un assureur peut choisir d'acheter des parts d'Organisme de Placements Collectif Immobilier (OPCI), de Société Civile de Placements Immobiliers (SCPI) ou de Société Civile Immobilière (SCI), permettant ainsi de diversifier ses investissements.
- **Les OPCVM** : les Organismes de Placement Collectif en Valeur Mobilière (OPCVM) sont une catégorie d'actifs financiers regroupant les Fonds Commun de Placement (FCP) et les Sociétés d'Investissement à Capital Variable (SICAV). Il s'agit d'intermédiaires financiers qui donnent à leurs souscripteurs la possibilité d'investir sur des marchés financiers auxquels ils n'auraient que difficilement accès autrement (marchés étrangers, actions non cotées ...). La distinction entre FCP et SICAV est purement juridique et n'a pas d'impact pour l'investisseur. On trouve deux types de supports d'investissements :
 - o Les OPCVM « par nature d'actifs financiers », tels que les OPCVM obligataires, les OPCVM actions, les OPCVM monétaires ou encore les OPCVM diversifiées, proposant un mélange de produits financiers divers.
 - o Les OPCVM « indiciels », qui se chargent de reproduire la performance d'un indice (le CAC 40 par exemple) ou bien la croissance d'un secteur d'activité ou d'un pays.
- **Les investissements alternatifs** : il existe également d'autres types d'investissements sur les marchés financiers. Dans le cadre de ce mémoire, nous en verrons deux :
 - o Le *Private Equity* : le *Private Equity* consiste à prendre des participations dans le capital de sociétés non cotées en bourse. Cette opération permet de réaliser des plus-values à plus ou moins long terme grâce à la cession ou à la vente d'une partie ou de l'intégralité des participations. On distingue quatre sortes de *Private Equity*, selon que celles-ci servent à financer le démarrage, la croissance, la transmission ou le redressement d'une entreprise.
 - o Les investissements en infrastructures : ils correspondent aux investissements dans des projets ou des sociétés d'infrastructures. Ces investissements présentent des caractéristiques intéressantes pour représenter les engagements long terme des assureurs : le financement d'actifs essentiels à la collectivité présente un risque de performance économique maîtrisé tout en générant des flux de trésorerie réguliers et stables sur le long terme (partiellement) sécurisés par le biais de contrats avec la puissance publique. De plus, ce type d'investissement présente un traitement réglementaire allégé pour les assureurs soumis à Solvabilité 2.

C'est donc à travers ces différents actifs financiers que l'assureur répartit les primes qu'il perçoit. Ces placements sont une part importante de l'activité d'assurance car ils constituent la majeure partie de l'actif de son bilan, tout en permettant de représenter les différents engagements que l'assureur a envers ses assurés.

1.1.3. Produits proposés et options et garanties financières

La compagnie d'assurance étudiée dans ce mémoire propose plusieurs produits d'épargne-retraite. Chacun de ces produits présente des options et garanties financières, offrant une marge de manœuvre et des bénéfices certains à l'assuré.

Les différents produits commercialisés par notre compagnie d'assurance sont les suivants :

- Des produits classiques d'assurance vie de type épargne permettant des rachats ainsi que des options de conversion future en rentes à l'âge de la retraite.
- Des produits retraite définis par les articles 39, 82, 83 du Code Général des Impôts, par la Loi Madelin, et un PERP, imposant des conversions futures en rentes à l'âge de la retraite. Ces garanties ne permettent pas de rachats mais sont sujettes à des options de transfert vers une autre compagnie.
- Plus récemment, avec l'entrée en vigueur de la loi PACTE (Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises), un nouveau produit de retraite a fait son apparition : le PER individuel. Ce produit dispose de l'option de sortie en capital au moment du départ en retraite.
- Des garanties prévoyance en cas de maladie ou de décès.

Les produits d'épargne et de retraite peuvent être multi-supports, c'est-à-dire avec une part investie en fonds Euro et l'autre part en UC, ou bien mono-support (seulement sur du fonds Euro ou des UC). Sur les fonds Euro, le risque est porté par l'assureur (car il y a obligation de rémunérer l'assuré du TMG), c'est pour cela que les fonds Euro sont principalement investis en obligations. En revanche, sur les UC, ce sera l'assuré qui portera le risque. Le rôle de l'assureur se limite alors à garantir le nombre de parts sur le fond UC. Cependant, les UC peuvent elles aussi être investies sur des obligations ou des fonds obligataires. Ainsi, sur un contrat mixte (multi-support) un assuré peut opter pour une part UC susceptible d'être plus performante que le fonds Euro mais avec une part de risque plus élevée et donc un risque de perte.

Au niveau des primes acquises, la part investie sur les fonds Euro est sensiblement égale à la part investie en UC, et les primes acquises pour les garanties prévoyance représentent une part très faible de la collecte (cf. figure 1).

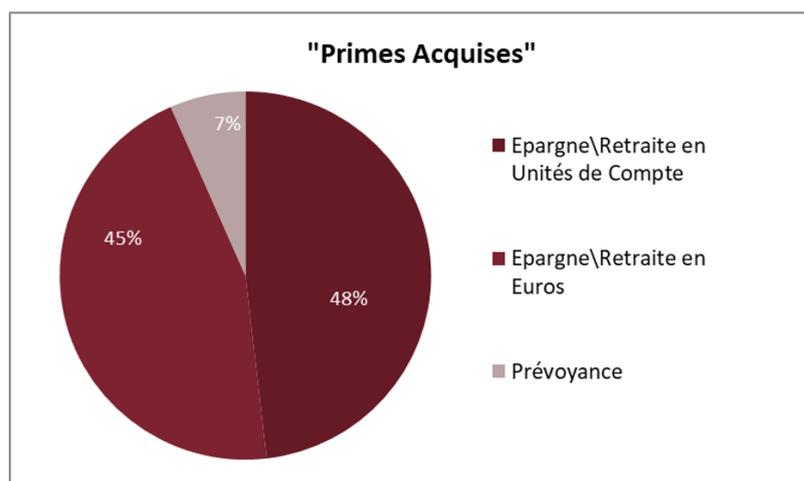


Figure 1 : Primes acquises en 2019

Au niveau des options et garanties financières, l'entreprise étudiée propose, pour ses contrats épargne et retraite :

- **Taux minimum garantis (TMG)** : il s'agit du taux minimum de revalorisation de l'épargne investie garanti par l'assureur, tel que nous l'avons défini précédemment.
- **Participation aux bénéfices (PB) minimum règlementaire** : la réglementation impose à l'assureur de reverser une partie de ses bénéfices aux assurés, la participation aux bénéfices règlementaire se constitue d'au moins 85% du résultat financier (généré par les placements des primes sur les marchés), de 90% du résultat technique (généré par l'activité d'assurance) s'il est positif (100% sinon) ainsi que de 100% du solde de réassurance. Toutefois cette participation aux bénéfices règlementaire n'est pas entièrement reversée directement aux assurés : l'assureur peut choisir d'alimenter la Provision pour Participation aux Bénéfices (PPB). Si l'assureur choisit de doter d'un montant M sa PPB, il sera dans l'obligation de reverser ce montant M dans les 8 ans. Dès lors, l'assureur peut choisir de doter sa PPB en cas de bons résultats sur l'année pour ensuite les redistribuer à l'avenir lors d'une mauvaise année. Ainsi l'objectif de la PPB est double : lisser le résultat et réduire la volatilité des taux servis aux assurés. Par ailleurs, un arrêté⁶ datant du 26 décembre 2019 autorise les assureurs à intégrer une partie de la PPB (évaluée de façon économique) dans leurs fonds propres règlementaires, quand bien même elle appartient aux assurés.
- **Participation aux bénéfices contractuelle** : outre la PB minimum règlementaire, l'assureur peut choisir de distribuer une PB contractuelle à ses assurés en plus du TMG.
- **Participation aux bénéfices additionnelle discrétionnaire** : au-delà de la PB contractuelle, la PB additionnelle future pourra être distribuée aux assurés. Il s'agit d'une PB visant à rendre les contrats plus attractifs, cette participation diffère d'un contrat à l'autre et dépend de nombreux facteurs (conditions de marché, concurrence et les objectifs de rentabilité de la compagnie notamment)
- **Option de rachat total ou partiel** : sur les contrats d'assurance vie, un assuré peut retirer l'intégralité ou une partie de son capital à tout moment. Un rachat entraîne généralement des pénalités et l'assuré perdra ses avantages fiscaux sur les plus-values réalisées sur son contrat.
- **Option d'arbitrage (Euro vers UC et inversement)** : un assuré détenant un contrat mixte peut choisir à tout moment d'augmenter sa part UC au diminuant sa part en fonds Euro (et inversement).
- **Option de transfert** des produits Retraite de la société vers une autre compagnie (facilité avec l'entrée en vigueur de la loi PACTE)
- Les nouveaux produits de retraite PER individuels disposent de l'**option de sortie en capital** au moment du départ en retraite, souhaitée par la loi PACTE.
- Ou encore un autre type de garanties : les **garanties biométriques** (par exemple, garantie de la table de mortalité pour les produits retraite).

⁶ Arrêté du 26 décembre 2019 relatif aux engagements d'assurance donnant lieu à constitution d'une provision de diversification, modifiant l'article A132-16 du Code des Assurances.

1.2. Présentation du cadre réglementaire européen : Solvabilité 2

Nous avons vu dans la partie précédente les nombreuses caractéristiques de l'assurance vie. Naturellement, une activité si particulière nécessite une réglementation spécifique. Nous avons précédemment évoqué le Code des Assurances, mais les aspects réglementaires quantitatifs ont, en grande partie, été édictés par une directive Européenne⁷ : **Solvabilité 2 (S2)**. Cette directive, que nous allons présenter dans cette partie, s'articule autour de trois piliers. Cette partie permettra également d'introduire la comptabilité d'une compagnie d'assurance en norme française et en norme S2, ainsi que le sujet de ce mémoire : le processus **Own Risk Solvency Assessment (ORSA)**.

1.2.1. Pilier I : Exigence de capital et nouvelle norme comptable

Exigences quantitatives

Le premier pilier de la directive fixe les exigences quantitatives quant à la valorisation de l'actif, la détermination des provisions techniques prudentielles et du niveau de fonds propres réglementaires. Le niveau de fonds propres réglementaires, appelé *Solvency Capital Requirement (SCR)*, permet à l'assureur de faire face à un choc provoqué par un risque majeur (krach boursier, pandémie...) dans 99,5% des cas. Plus techniquement, le SCR correspond à un niveau de *Value at Risk (VaR)* à 99,5%. La VaR est définie par la formule suivante :

$$VaR_{99,5\%} = \inf\{x \in \mathbb{R} \mid F_X(x) \geq 99,5\%\}$$

Où X est une distribution de probabilité (dans notre cas, la charge de sinistre annuelle). La VaR représente alors une limite que la charge de sinistre annuelle ne dépassera pas avec une probabilité 99,5%.

Dans les faits, le SCR peut être déterminé de deux manières différentes : par la formule standard, ou par un modèle interne (il existe également la possibilité de recourir à un modèle interne partiel, qui mélange les deux approches précitées).

L'utilisation d'un modèle interne présente un lourd coût d'implémentation car l'entreprise devra modéliser chacun de ses risques séparément en plus d'obtenir l'approbation de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR, le régulateur français). Ce procédé permet de représenter très finement l'activité de la compagnie d'assurance ainsi que ses expositions aux divers risques. Cependant, l'utilisation d'un modèle interne rend compliqué la comparaison entre plusieurs compagnies d'assurance. La réglementation impose alors aux assureurs utilisant un modèle interne de calculer également les exigences de capital dans le cadre la formule standard. L'entreprise étudiée n'ayant pas recours à un modèle interne (ni même un modèle interne partiel), nous ne développerons pas plus ce sujet.

A l'inverse du modèle interne, la formule standard est plus simple à implémenter car elle ne nécessite pas de modélisation de chacun des risques. Le calcul des différents risques ainsi que leur agrégation

⁷ Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (Solvabilité II).

sont définis par le règlement délégué UE 2015/35. L'approche retenue par la formule standard est une approche modulaire (cf. figure 2 ci-dessous) : les risques sont regroupés par catégories (risques liés aux marchés financiers, risques inhérents à l'activité d'assureur vie/non-vie, etc.) et certains de ces modules de risques sont divisés en plusieurs sous-modules (par exemple, pour le module « risque de marché », on retrouve six sous-modules, qui couvrent l'ensemble des différents risques de marché auxquels un assureur est exposé : le risque de taux, le risque action, le risque immobilier, le risque de spread, le risque de change et le risque de concentration). Une fois les montants de chaque sous-modules calculés, ces montants sont agrégés selon une matrice de corrélation, ce qui permet d'obtenir le montant d'un module, et on réitère le procédé sur les modules pour déterminer le *Basic SCR* (BSCR).

Le SCR s'obtient ensuite en ajoutant le BSCR au SCR opérationnel et le terme d'ajustement (qui est négatif et va donc faire diminuer le BSCR).

Le montant du SCR opérationnel correspond à une perte due à une procédure interne défaillante ou inappropriée, ou provenant d'une erreur commise par un agent ou par un système informatique, ou provenant d'évènements extérieurs. Les risques légaux (non-respect du code des assurances par exemple) sont également couverts par le risque opérationnel. Enfin, le risque de dégradation de la réputation n'est pas pris en compte dans le risque opérationnel (ce risque est compris dans le risque intangible).

L'ajustement est défini à l'article 108 de la directive Européenne 2009/138/CE comme suit : « L'ajustement visant à tenir compte de la capacité d'absorption des pertes des provisions techniques et des impôts différés [...], reflète la compensation potentielle de pertes non anticipées par une baisse simultanée soit des provisions techniques soit des impôts différés, ou une combinaison des deux. »

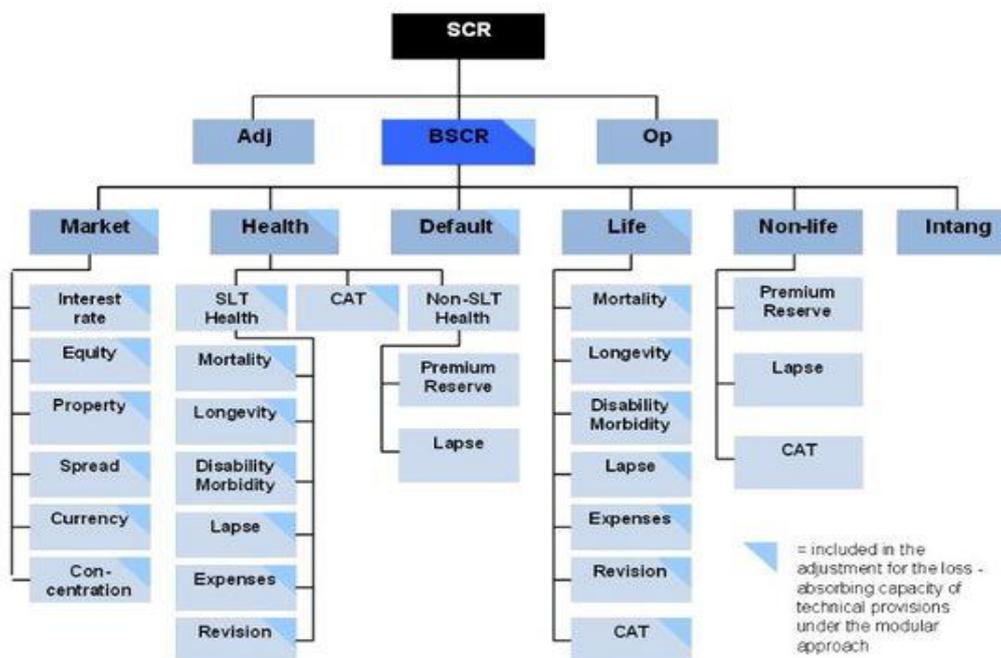


Figure 2 : Approche modulaire dans la formule standard (Source : EIOPA)

Toutefois, un assureur qui ne respecte pas son SCR n'est pas pour autant insolvable. Il existe un second seuil : le *Minimum Capital Requirement* (MCR). Ce seuil correspond théoriquement à une VaR à 90%, et est équivalent à un niveau allant de 25% à 45% du SCR. A noter que le MCR ne peut pas être inférieur à 3,2M€ dans le cas d'un assureur vie. En revanche si un assureur ne couvre pas son MCR, il y a alors intervention du superviseur (l'ACPR en France) et donc risque de perte d'agrément pour l'assureur.

Comparaison entre le bilan comptable en norme française et norme S2

Le pilier I, ajoute de nouvelles règles comptables en modifiant la valorisation des actifs, des fonds propres et des engagements. Pour mieux comprendre ces aspects, il faut s'intéresser au bilan comptable en norme française (FGAAP) ainsi qu'en norme S2.

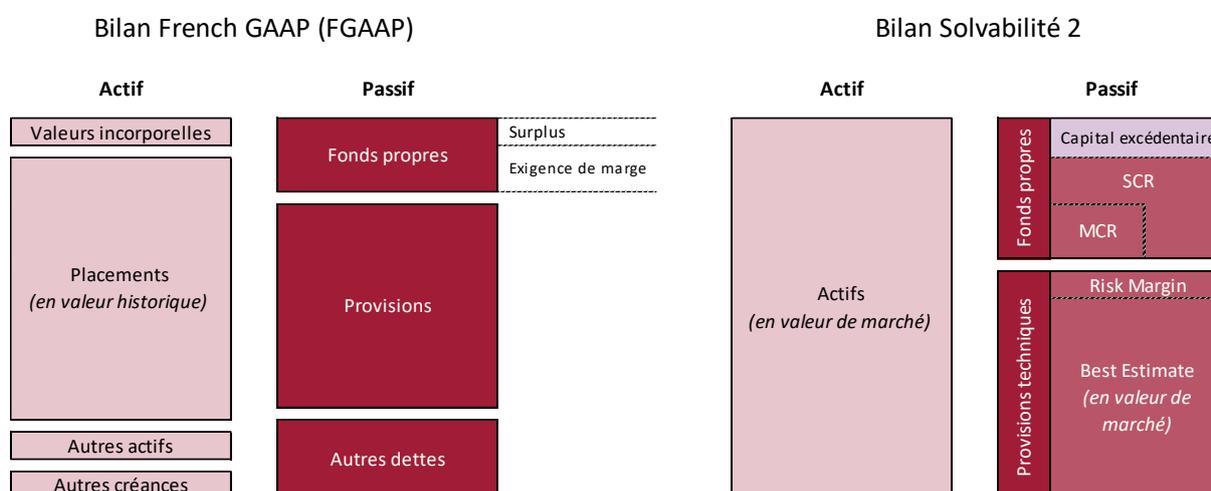


Figure 3 : Comparaison entre le bilan en norme comptable française (à gauche) et norme S2 (à droite)

Le bilan (simplifié) d'une compagnie d'assurance présente la structure suivante : à l'actif on retrouve en grande partie les placements, comme vu précédemment, ainsi que les autres actifs (dont les créances et les valeurs incorporelles). Au passif, on retrouve les fonds propres FGAAP, les diverses dettes et les provisions. Ces dernières occupent la part la plus volumineuse du passif, et pour cause : les provisions correspondent aux réserves constituées par les assureurs pour faire face à leurs engagements.

En assurance vie, les provisions à constituer sont définies à l'article R 343-3 du Code des Assurances, elles sont au nombre de 11 :

- **Provision Mathématique (PM)** : la PM représente la différence entre la valeur actuelle des engagements de l'assureur et la valeur actuelle des engagements de l'assuré. En d'autres termes, la PM est constituée des primes nettes perçues par l'assureur, auxquelles on ajoute la participation aux bénéfices distribuée, le tout déduit des frais de gestion.
- **Provision pour Participation aux Bénéfices (PPB)** : déjà présentée précédemment.
- **Réserve de capitalisation** : cette réserve est destinée à parer la dépréciation des valeurs comprises dans l'actif de l'entreprise et la diminution de leur revenu. En d'autres termes, il s'agit d'une provision destinée à lisser les résultats financiers des placements obligataires à taux fixe en cas de variation des taux.
- **Provision de gestion (PFG pour Provision de Frais de Gestion)** : la PFG est destinée à parer les frais de gestions futurs des contrats.
- **Provision pour Aléas Financiers (PAF)** : provision servant à faire face à une baisse du rendement de l'actif. L'objectif de la PAF est d'assurer de la capacité des actifs à rémunérer les passifs au taux minimum.
- **Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE)** : cette provision est destinée à faire face aux engagements dans le cas de moins-value des actifs cités à l'article R 343-10 du code des assurances, il s'agit des actions, des placements immobiliers et d'autres actifs particuliers (obligations à taux variable, obligations convertibles...). Sont cependant exclues les valeurs

amortissables que l'entreprise d'assurance a la capacité et l'intention de détenir jusqu'à leur maturité. La provision à constituer est calculée dans les conditions définies au paragraphe I de l'article R 343-5 du code des assurances.

- **Provision pour frais d'acquisition reportés** : cette provision est destinée « à couvrir les charges résultant du report des frais d'acquisition ».
- **Provision pour égalisation** : cette provision a pour objectif de réduire la volatilité de la sinistralité : elle est dotée lors des années à faible sinistralité et reprise lors des années à forte sinistralité.
- **Provision de diversification** : provision spécifique aux produits Euro-croissance, qui ne s'inscrivent pas dans le périmètre de ce mémoire.
- **Provision collective de diversification différée** : provision spécifique aux produits Euro-croissance, qui ne s'inscrivent pas dans le périmètre de ce mémoire.
- **Provision pour garantie à terme** : provision spécifique aux produits Euro-croissance, qui ne s'inscrivent pas dans le périmètre de ce mémoire.

Voyons à présent comment ces éléments sont modélisés en norme comptable et en norme S2 :

- Le bilan FGAAP est un bilan prudent : Le principe de prudence⁸ s'applique et les provisions sont évaluées par des formules et méthodes définies par le Code des Assurances. Autre fait notable : les actifs et les passifs sont comptabilisés à leur valeur d'achat de manière générale.
- Le bilan S2 est un bilan économique : les actifs sont comptabilisés selon leur valeur de marché, c'est à dire le prix auquel l'actif s'échangerait sur les marchés, à la date de l'inventaire. Autre changement, les provisions sont évaluées en vision **Best Estimate (BE)**. Le BE est défini comme la valeur **actuelle probable** des flux de trésorerie **futurs** du passif. Le BE est alors calculé en actualisant tous les flux probables à venir (primes, frais de gestion, prestations...) avec la courbe des taux sans risque fournie par l'EIOPA. L'aspect « probable » est estimé librement par les assureurs à l'aide de techniques statistiques et actuarielles. L'autre composante des provisions techniques prudentielles est la *Risk Margin (RM)*. La RM est destinée à couvrir le risque lié à la reprise des engagements que prendrait un assureur qui récupérerait les engagements. La RM correspond alors au coût d'immobilisation du capital jusqu'à écoulement des provisions et est définie à l'article 37 du règlement délégué (UE) 2015/35. Les provisions techniques prudentielles sont alors obtenues en ajoutant la *Risk Margin* au *Best Estimate*. Enfin, S2 apporte de nouvelles règles de classification de fonds propres réglementaires :
 - o La première consiste à séparer les fonds propres réglementaires en deux catégories, les fonds propres de base et les fonds propres auxiliaires. La première catégorie correspond aux éléments du bilan (l'excédent des actifs sur les passifs et les dettes subordonnées libérées) alors que la seconde catégorie correspond aux éléments « hors-bilan », pouvant être appelés sur demande pour absorber des pertes. Le montant des fonds propres auxiliaires doit être préalablement approuvé par l'ACPR.
 - o La seconde classification consiste à répartir les fonds propres en trois « Tier ». Le Tier 1 représente les fonds propres de meilleure qualité, et le Tier 3 les éléments de fonds propres de moins bonne qualité. A noter que les fonds propres auxiliaires ne peuvent pas être Tier 1. L'enjeu de ce *Tiering* est d'imposer une certaine qualité de fonds propres en représentation du SCR : à titre d'exemple, l'article 82 du règlement délégué impose au moins 50% de fonds propres Tier 1 et moins de 15% de fonds propres Tier

⁸ Le principe de prudence en comptabilité consiste à anticiper toute perte probable, et de ne pas tenir compte des profits, même s'ils sont probables, avant qu'ils ne soient actualisés. Autrement dit, on comptabilise les pertes probables mais pas les profits probables.

3 en représentation du SCR. A noter également que les fonds propres Tier 3 sont exclus de la couverture du MCR.

En résumé, le bilan FGAAP se veut prudent, là où la norme S2 se veut « réaliste ». En effet, en norme S2 on retient la valeur de marché pour les actifs et les engagements sont évalués en vision prospective à travers le *Best Estimate*.

1.2.2. Pilier II : Prise en compte du profil de risque, à travers l'ORSA notamment

Le pilier II

Le pilier II vient poser les règles au niveau de la gouvernance et du suivi des risques. Le pilier II permet également au régulateur d'identifier les organismes les plus risqués. Il pourra alors demander à ces organismes de limiter leur exposition sur certains risques et/ou exiger une marge additionnelle de solvabilité (appelée *capital add-on*). Cette identification repose sur un processus de contrôle interne et de contrôle externe.

Le processus de contrôle interne impose la mise en place d'une structure de gouvernance spécifique : l'organisme d'assurance doit disposer de deux dirigeants effectifs et de quatre fonctions clés, toutes indépendantes les unes des autres, et rendant des comptes directement à la direction (à travers le responsable de la fonction clé). Les deux dirigeants et les quatre responsables des fonctions clés doivent respecter les exigences de compétences et d'honorabilité. Les quatre fonctions clés, ainsi que leurs rôles, ont été schématisés comme-suit par l'ACPR :

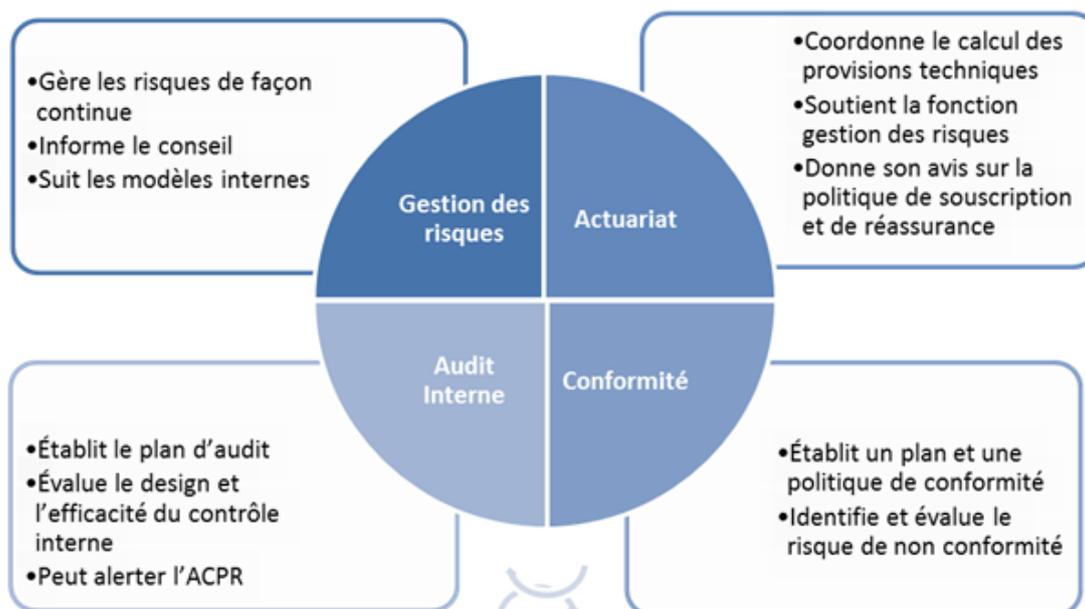


Figure 4 : Schématisation des 4 fonctions clés par l'ACPR

Outre l'aspect de gouvernance, le contrôle interne impose également que les différentes procédures soient documentées, et que les données utilisées à des fins de modélisation respectent les 3 principes suivants : exhaustivité, exactitude et pertinence.

Le contrôle externe est exercé par l'ACPR, qui, en cas de défaut au niveau de la gouvernance, ou en cas d'inadaptabilité avérée de la formule standard, peut imposer une marge supplémentaire de solvabilité. On parle alors de *Governance capital add-on* en cas de défaut de gouvernance et de *Risk profile capital add-on* en cas d'inadaptabilité de la formule standard. Ces deux points peuvent être mis en évidence à travers le processus ORSA, que nous allons détailler ci-dessous.

Focus sur l'exercice ORSA

L'*Own Risk Solvency Assessment* (ORSA) est défini à l'article 45 de la directive Solvabilité 2. Il s'agit d'un processus d'évaluation prospective des risques et de la solvabilité permettant d'intégrer le profil de risque de l'entreprise dans le cadre de son pilotage. Il est appréhendé sur plusieurs années (en général 3 ou 5 ans) et peut correspondre à celui du *Business Plan* de l'entreprise. L'exercice ORSA doit être réalisé au moins une fois par an, car donne lieu à un rapport remis au régulateur et à l'AMSB (*Administrative, Management and Supervisory Body*), et peut être effectué une nouvelle fois en cas de modification du profil de risque de l'entreprise, lancement d'un nouveau produit, ou autre événement majeur. Sa mise en œuvre opérationnelle est assez libre, en revanche, l'article 45 précité impose l'évaluation interne de trois éléments :

- **Evaluation du Besoin Global de Solvabilité (BGS)** : le BGS peut être défini comme le besoin en fonds propres pour assurer la solvabilité de l'assureur durant toute la durée du *business plan*, compte tenu de son profil de risque (et son évolution), de son appétence aux risques⁹ et des futures décisions de gestion. Bien que l'évaluation du BGS est très libre dans sa mise en place, il doit être partie du plan stratégique, et sera évalué de manière prospective, et ce sous différents scénarios économiques. L'évaluation du BGS doit intégrer :
 - Tout changement significatif du profil de risque, de la quantité et de la qualité des fonds propres réglementaires sur la durée du *business plan*.
 - Tout risques jugés pertinents par l'organisme d'assurance et qui ne sont pas ou mal pris en considération dans le calcul du SCR. Il existe de nombreux exemples : risques liés aux activités sous-traités, risque lié à une évolution défavorable de la réglementation, risque d'erreur stratégique, risque d'évolution défavorable de la réputation de l'entreprise, ou encore le risque de liquidité (c'est-à-dire le non-remboursement de l'assureur aux assurés en cas de rachats massifs).
 - L'appétence aux risques de l'entreprise d'assurance, ainsi que ses priorités et ses objectifs.
 - Toute future décision de gestion impactant le profil de risque de l'entreprise d'assurance.

En comparaison avec le SCR, le BGS se veut plus « fin », car il tient compte des risques non pris en compte dans l'évaluation du SCR. Par ailleurs, le BGS a une dimension pluriannuelle, car évalué sur la durée du *business plan*, là où le SCR donne une vision à un an. En outre, le BGS peut ne pas être couvert au moment de la réalisation de l'ORSA (à l'inverse du SCR qui doit être couvert à tout moment). Si un tel cas de figure se présente, l'assureur doit expliquer quelles sont les actions à mettre en œuvre pour le couvrir, en particulier en cas de scénario adverse.

Enfin, l'évaluation du BGS permet de déterminer si le plan stratégique est réalisable, dans le cas contraire, le plan stratégique sera ajusté ou un nouveau plan sera proposé.

⁹ Cette notion sera définie dans la sous-partie 1.3.3.

- **Respect permanent des exigences de capital et de provisions techniques** : cette composante implique la surveillance de la couverture des exigences de capital du pilier I (MCR/SCR) et l'évaluation des provisions techniques durant toute la durée de la projection. Il faut également tenir compte des évolutions possibles des différents facteurs de risques, des risques liés à une mauvaise évaluation des provisions techniques et surtout du développement de l'organisme d'assurance au cours des années de projection. Sur cette composante, il y a deux interprétations possibles. La première consiste en la mise en place d'un processus de surveillance annuel des exigences de capital et du niveau de provisions, suivi éventuellement d'un rapport annuel. La seconde interprétation se constitue d'une analyse prospective permettant de vérifier que l'assureur pourra couvrir, de manière permanente et sur toute la durée du business plan, les exigences de capital et de provisions techniques.
- **L'écart entre le profil de risque et les hypothèses qui sous-tendent le calcul du SCR** : cette composante vise à vérifier que le calcul du SCR est adapté au profil de risque de l'entreprise. Pour cela, l'assureur doit avoir identifié son profil de risque au préalable. Il pourra ainsi vérifier que son profil de risque est cohérent avec son modèle d'évaluation du SCR (modèle interne ou formule standard). Une mauvaise identification des risques ou une erreur d'évaluation d'un module de risque peuvent entraîner de lourdes conséquences. Ainsi, tout écart constaté sur un module donne lieu à des modifications de modélisation.

Concrètement, la déclinaison opérationnelle de l'exercice ORSA se fait selon quatre éléments. Le premier est la détermination du *Business Plan*, le second est la gestion des risques, le troisième la gestion du capital et de la solvabilité. Enfin, le quatrième élément est la réalisation de tests de résistance, scénarios adverses (*stress tests*) et *reverse stress tests*.

Nous verrons dans la dernière partie de cette section les diverses interactions actif/passif spécifiques à l'assurance vie qui rendent la mise en place de l'ORSA complexe. Ces interactions doivent être prises en compte durant la durée de projection, et ce dans tout scénario étudié. Cette opération, coûteuse en temps de calcul, nécessite l'utilisation d'un modèle ALM (*Asset Liability Management*¹⁰).

1.2.3. Pilier III : Transparence et *reporting*

Le troisième pilier exige la publication d'informations claires et transparentes par les assureurs. L'objectif est d'harmoniser la publication d'informations à l'échelle de l'Union Européenne (UE) et ainsi permettre aux autorités de contrôle de contrôler les travaux du pilier I et II. Cette publication est donc destinée aux marchés ainsi qu'au superviseur.

Dans le but d'instaurer une certaine discipline de marché, le pilier III s'articule autour de trois principes :

- Cohérence des publications comptables, réglementaires ainsi que celle à destination du régulateur.
- Harmonisation à l'échelle de l'UE de l'information au niveau du régulateur Européen (EIOPA)
- Les mêmes règles s'appliquent à tous.

Le pilier III ne rentrant pas dans le périmètre de ce mémoire, nous ne développerons pas plus ce sujet.

¹⁰ En français : gestion actif-passif.

1.3. Modélisation économique de l'entreprise

1.3.1. Le Mid-Term Planning (MTP)

Le *Mid-Term Planning* (MTP) correspond au plan stratégique précédemment évoqué. Il est établi sur 3 ans et est intégré dans l'ORSA. Plus précisément, le MTP a pour objectif de quantifier et planifier le résultat, le bilan et plusieurs indicateurs-clés concernant l'évolution des lignes d'activité, de rentabilité, des coûts, des changements structurels et des relations avec les partenaires commerciaux. Le MTP intègre trois éléments essentiels :

- La projection du stock et des affaires nouvelles, en prenant en compte l'évolution du profil de risque de l'assureur, les effets de la diversification, les hypothèses sur l'évolution des coûts ou encore le pilotage des leviers de gestion des risques et de gestion financière en particulier l'allocation stratégique d'actifs.
- La projection des éléments de capital, notamment la distribution des dividendes.
- La projection des besoins en capitaux requis. Pour cela, l'impact des décisions potentielles d'investissement et de gestion des risques est analysé dans les différents scénarios économiques et on mesure ensuite différents indicateurs de solvabilité tels que le taux de couverture du SCR (ou ratio S2, défini en partie 1.3.2) et taux de couverture du MCR.

Il est important de noter que le MTP est la base du processus ORSA. Le scénario central et les hypothèses du MTP sont utilisés dans l'ORSA pour l'évaluation du BGS.

1.3.2. Interactions actif-passif et le modèle ALM qui en découle

Nous avons vu précédemment les différents postes du bilan d'un assureur et les multiples options et garanties financières. Ces éléments sont essentiels à la modélisation économique de l'entreprise, et ils sont également source d'interactions entre l'actif et le passif. Ces interactions, que nous présenterons en détail dans cette partie, sont difficiles à appréhender. Pour pallier ce problème, les entreprises d'assurance vie utilisent un modèle ALM. Ce dernier permet de projeter les flux de trésorerie futurs sur un horizon donné, en prenant en compte les interactions actif-passif. Ainsi, le modèle ALM permet de déterminer le *Best Estimate* et d'autres indicateurs de solvabilité, notamment le ratio S2, aussi appelé taux de couverture du SCR. Il est défini comme suit :

$$S2 \text{ ratio} = \frac{\text{Fonds propres éligibles}}{SCR}$$

Les éléments générateurs d'interactions actif-passif sont les options et garanties financières, qui ont été définies antérieurement.

Tout d'abord, le rendement des actifs financiers viendra impacter le passif à travers la participation aux bénéfices et le TMG.

Ensuite, l'option de rachat impacterait l'actif : si un assuré décide de racheter son contrat, l'assureur devra vendre une partie de ses placements s'il s'avère qu'il ne dispose pas de la trésorerie nécessaire. Cette vente est susceptible de dégager des moins-values latentes à l'actif, ce qui ferait alors baisser le rendement financier. Dans ce cas précis, le passif sera impacté négativement à travers la participation aux bénéfices.

Enfin, la politique de taux servis aura un impact sur l'allocation d'actifs et le rendement financier (prospectif) de l'actif.

Outre les interactions actif-passif générées par les options et garanties financières, l'assureur peut également observer un désadossement actif-passif, généré par les conditions de marché. En effet, si les taux d'intérêts augmentent, la valeur de l'actif, majoritairement composée de produits à taux fixe (obligations), baissera. En parallèle, les assurés seront tentés de racheter leur contrat pour chercher un investissement plus rémunérateur. Pour faire face à ce rachat massif, l'assureur sera contraint de vendre une partie de ses produits à taux fixes en moins-values latentes, pourtant, son engagement envers ses assurés reste identique. On voit donc qu'il est possible d'observer des situations où la valeur de l'actif diminue, tandis que celle du passif diminue dans une moindre mesure : on parle alors de désadossement actif-passif.

Afin de modéliser le plus finement possible les flux de trésorerie futurs, les options et garanties financières ainsi que ces interactions doivent être prises en compte au sein du modèle ALM. Le modèle étudié prend en compte des futures décisions de gestion (concernant le comportement des assurés, la gestion de la participation aux bénéficiaires ou encore la stratégie d'allocation d'actifs), ainsi que certains aspects de pilotage :

- Modélisation des rachats : la modélisation des rachats est composée de deux éléments. Le premier est la loi de rachat structurels. Il s'agit des rachats observés de manière répétée dans le temps. Ils sont modélisés par une loi d'expérience calibrée sur le taux de rachats observé sur l'historique du portefeuille de la compagnie. Le second élément concerne les rachats dynamiques. Il s'agit de rachats modélisés de manière dynamique dépendant des conditions de marchés et du taux servi.
- Modélisation des arbitrages Euro/UC : au niveau des contrats mixtes, l'arbitrage Euro/UC est modélisé de façon dynamique, il dépend de deux éléments : les taux servis l'année précédente et la performance des supports UC.
- Gestion de la participation aux bénéficiaires : le modèle ALM intègre la clause de participation aux bénéficiaires réglementaire et également des mécanismes de dotation et de reprise de la PPB.
- Stratégie d'allocation d'actifs : pour chaque pas de projection, l'allocation d'actifs doit respecter des « corridors » préalablement définis. Cela signifie que, pour chaque classe d'actifs, une borne minimale et une borne maximale sont définies. Le modèle ALM s'assure de maintenir chaque classe d'actif entre ses bornes minimales et maximales, et ce pour chaque année de projection. Enfin, les nouveaux investissements se font également en cohérence avec le niveau de taux projeté.

Le modèle ALM est au cœur de la modélisation économique de l'entreprise, il nous reste cependant une dernière composante à définir qui peut s'apparenter à la politique de gestion du risque de l'entreprise. Cette composante fait l'objet de la sous-partie suivante.

1.3.3. La notion d'appétence au risque

On pourrait penser que deux compagnies d'assurance commercialisant les mêmes contrats, ayant le même niveau de fonds propres réglementaires, ainsi qu'un volume d'engagements identiques, auront le même modèle ALM. Ce ne serait pourtant pas le cas en pratique car il reste un dernier facteur à prendre en compte : l'appétence au risque.

Définition

Le terme d'appétence au risque étant relativement nouveau, il existe de nombreuses définitions.

Nous proposerons alors la définition suivante : l'appétence au risque correspond au niveau de risque acceptable. La détermination du niveau de risque acceptable doit prendre en compte les possibles gains réalisables pour chaque prise de risque au regard du plan stratégique mais également les pertes qui peuvent en découler.

Cette définition met ainsi en exergue l'aspect positif du risque. Comme l'appétence au risque encadre la prise de risque au niveau agrégé de la compagnie d'assurance, elle doit couvrir les dimensions essentielles de l'entreprise, à savoir sa solvabilité, sa valeur et ses résultats.

Attente des parties prenantes de l'entreprise

Il existe de nombreuses parties prenantes dans une entreprise d'assurance, on prendra soin de distinguer les parties prenantes internes (salariés) et les parties prenantes externes (assurés, régulateur, etc.). Chacune de ces parties prenantes ont différentes attentes concernant l'assureur, que ce soit en termes de rentabilité ou de solvabilité. Afin de synthétiser ces différentes attentes, nous utiliserons le schéma proposé par Y. APPERT-RAULLIN pour son cours « ERM : Enterprise Risk Management » dispensé à l'ISUP :

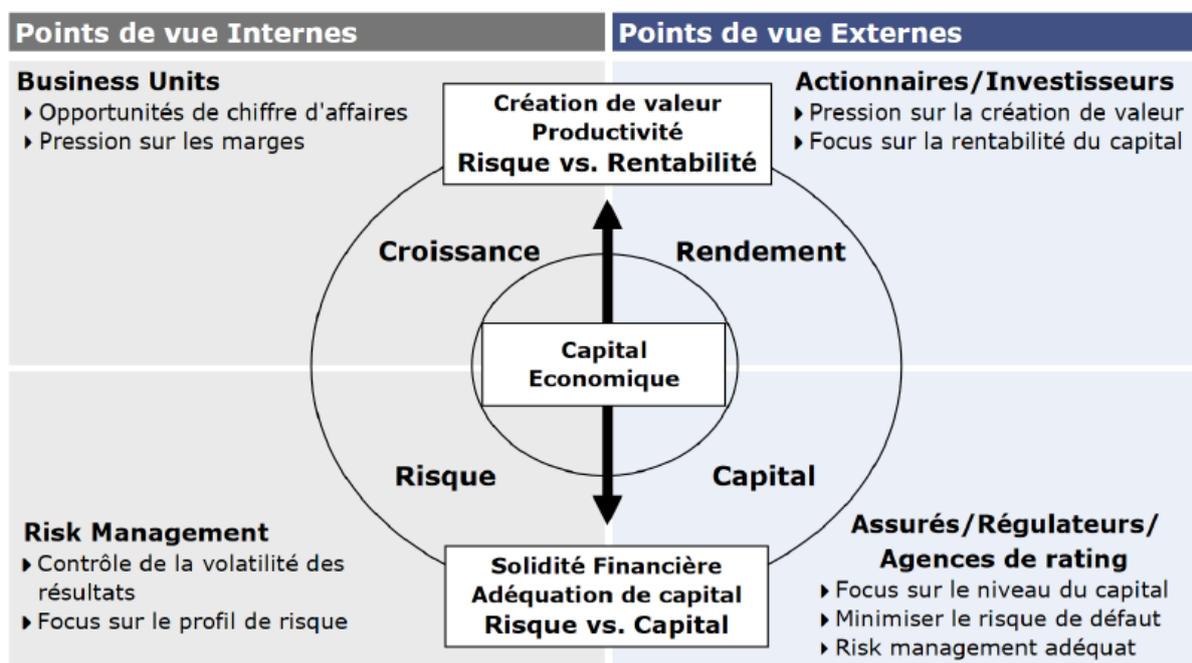


Figure 5 : Les attentes des différentes parties prenantes

Au niveau des parties prenantes externes, on retrouve les investisseurs et actionnaires, cherchant un retour sur investissement. A noter que parmi les actionnaires, on trouve des actionnaires cherchant à atteindre un objectif de rentabilité à court terme, là où d'autres chercheront une rentabilité à long terme. A l'inverse, les assurés, les régulateurs et les agences de notation attendent une certaine solidité financière de la part de l'assureur. Cependant, les assurés présentent un cas particulier : ils

s'attendent à un certain rendement sur leur contrat d'assurance vie en plus de la sécurité de leur placement (pour le cas des contrats Euro).

En interne, on distingue le *Risk Management* aux autres unités opérationnelles (*Business Units* sur le schéma). En effet, le *Risk Management* cherchera à maintenir le niveau risque à un niveau convenable alors que les autres *Business Units* chercheront à développer l'entreprise, avec une moindre sensibilité au risque.

Détermination de l'appétence au risque

Le processus de détermination et d'implémentation de l'appétence au risque est composé de 6 étapes. Les trois premières étapes constituent la formulation de l'appétence au risque, les deux suivantes correspondent à sa mise en application au sein de l'entreprise et la dernière étape est une étape de contrôle et *reporting*.

La première étape consiste à déterminer la capacité maximale de prise de risque (aussi appelé *Risk Capacity*) de l'entreprise d'assurance. La *Risk Capacity* définit ainsi le maximum de l'appétence au risque.

La seconde étape est la détermination de l'appétence au risque. Elle sera, en général, formulée de manière quantitative, mais pourra être formulée de manière qualitative sur certains risques. Le *Senior Management* joue un rôle clé dans cette étape : il doit assurer la cohérence entre l'appétence au risque et la stratégie globale de l'entreprise définie par le conseil d'administration.

La troisième étape correspond à la formalisation de la politique de risques de l'entreprise d'assurance et son suivi. Le plan stratégique (le MTP dans notre cas) est élaboré lors de cette étape. C'est en effet cette étape qui définit les risques qu'accepte de prendre l'entreprise d'assurance, ainsi que les montants associés à chaque risque.

La quatrième étape s'inscrit dans la mise en œuvre opérationnelle de l'appétence au risque. Il s'agit de décliner l'appétence au risque en tolérance par catégorie de risque (par exemple, quelle tolérance au risque pour le risque de marché ? pour le risque de souscription ?). On parle alors de *Risk Tolerance*. En plus des tolérances fixées par catégorie, il est possible de fixer des « niveaux cibles » (*Risk Target*). L'objectif étant d'avoir un niveau de risque optimal dans le but d'atteindre les objectifs fixés par le plan stratégique.

La cinquième étape consiste à décliner les *Risk Tolerance* aux différents niveaux opérationnels. Concrètement, il s'agit de fixer des limites de risque à différents niveaux, tels que les Business Units, et les portefeuilles d'actifs par exemple. Ces limites permettent de lier la gestion courante des opérationnels de l'entreprise aux différents niveaux de tolérance par catégorie de risques. Ces limites sont souvent exprimées en termes de limites d'exposition, de qualité des actifs financiers, de VaR, etc...

Enfin, la dernière étape, et pas des moindres, est une étape de contrôle et de *reporting*. Ce contrôle se fait à l'aide d'indicateurs de risque. Dans le cas où les indicateurs ne sont pas bons, des actions préventives ou correctives seront mises en place. En général, le *reporting* est effectué par le *Risk Management* pour le *Senior Management*.

1.4. Approche utilisée dans la suite de ce mémoire

L'objectif de ce mémoire est le suivant : dans le cadre du pilotage de l'entreprise, améliorer le processus ORSA, à travers une évolution de l'approche de projection des SCR marchés et de la PVFP sous divers scénarios, puis de leur analyse. Cette amélioration passera par la réalisation des calculs de fonds propres SII et SCR à réaliser via le modèle ALM pour chaque pas temps de projection contre les estimations réalisées sous maquette Excel basées sur des sensibilités. L'idée sous jacente peut être schématisée comme suit :

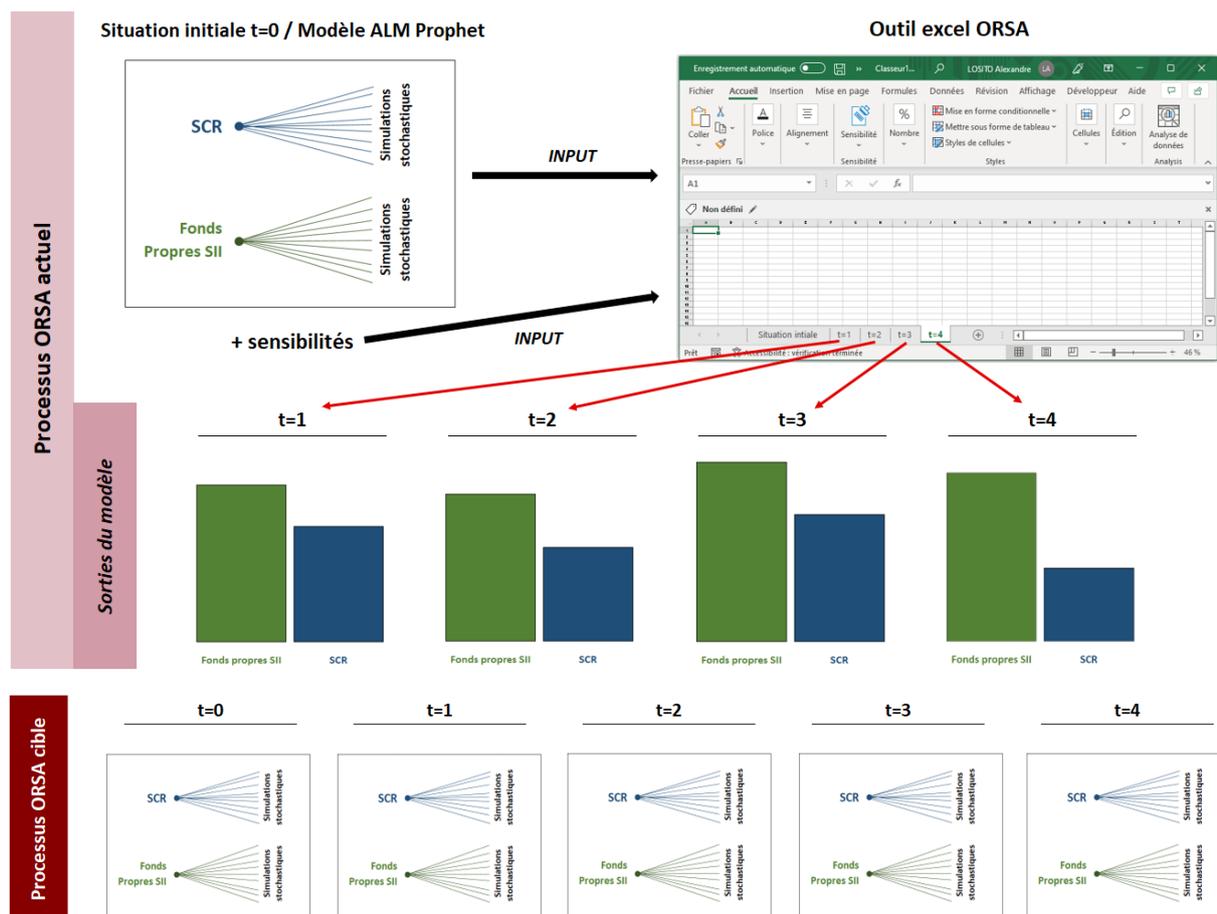


Figure 6 : Processus ORSA actuel vs. Processus ORSA cible

Pour cela, nous utiliserons une approche en deux étapes.

La première étape consiste à faire « vieillir » les *inputs* (c'est à dire les données entrantes) du modèle ALM à horizon « fin d'année en cours + 3 ans », ce qui correspond à la durée de projection du MTP. Par souci de simplification, on considèrera par la suite que la projection est effectuée sur 4 ans : la fin d'année en cours, que l'on notera N+1, puis les trois années suivantes, N+2 à N+4. Ces *inputs* se présentent sous forme de tableaux de données, décrivant les informations essentielles de la société (provisions, portefeuille d'actifs entre autres). Pour projeter ces données, on utilise alors un outil spécifiquement développé sur Excel pour répondre à la problématique de ce mémoire. Cet outil permettra de paramétrer de nombreuses hypothèses de projection, notamment les performances attendues sur les différents actifs ainsi que les nouveaux investissements ou encore l'écoulement des provisions et le *New business* au passif.

La seconde étape consiste ensuite à utiliser nos *inputs* vieillies dans le modèle ALM. Ce dernier nous permettra alors d'obtenir toutes les mesures nécessaires à l'évaluation de la solvabilité de la société (BE, SCR...). Cette approche nous permet ainsi de voir comment la solvabilité de la société se comporte dans le cadre de scénarios adverses.

L'approche utilisée peut être résumée à travers le schéma suivant :

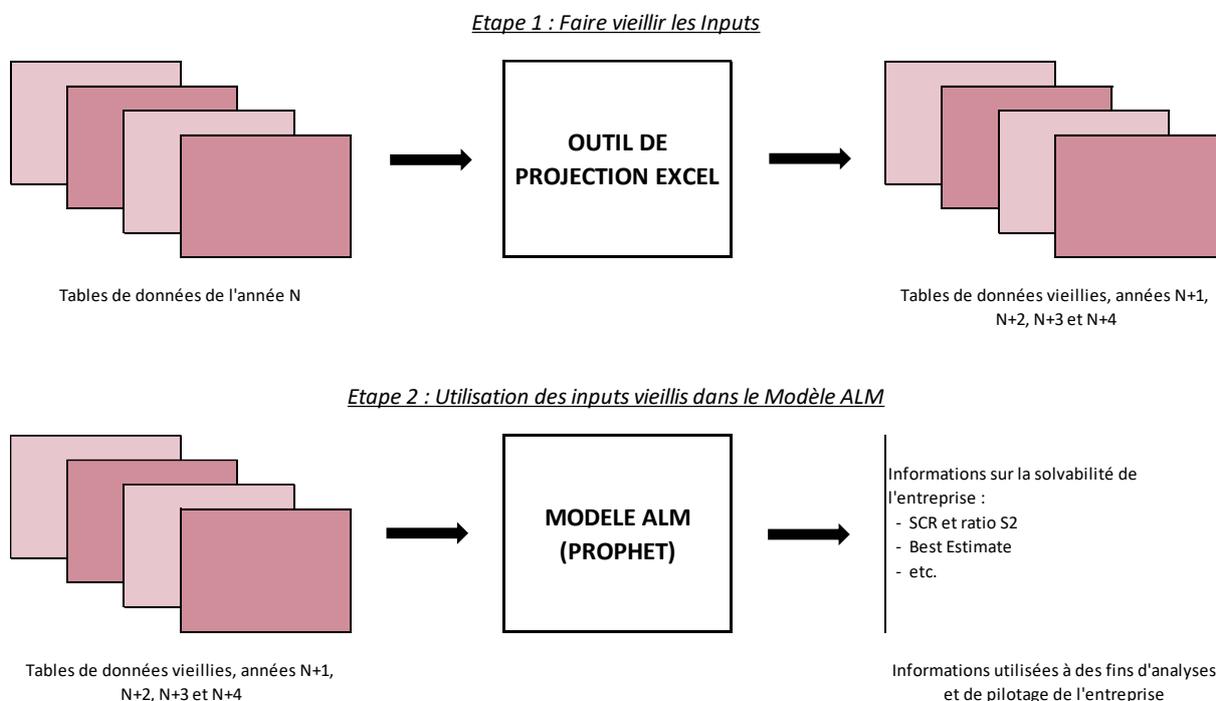


Figure 7 : Synthèse de l'approche utilisée

PARTIE 2 : Optimisation du processus

ORSA

2.1. Limites du processus actuel

Nous allons, dans cette partie, mettre l'accent sur le cœur de ce mémoire : le processus ORSA de l'entreprise étudiée. Ce dernier a fait l'objet d'arbitrages entre complexité, précision et faisabilité lors de son implémentation et est modélisé à partir de diverses hypothèses, d'une situation de « départ » établie au second trimestre de l'année en cours (dans le cadre de ce mémoire : à la fin du second trimestre 2020, noté Q2 20) et de sensibilités issues de calculs stochastiques. Les projections se font ensuite de manière déterministe, ce qui présente alors plusieurs limites. L'évaluation du BGS se fait à horizon du MTP, tout en intégrant les actions futures du *management*. Par conséquent, son évaluation se fait en projetant les fonds propres éligibles et les différents SCR pour chaque scénario considéré. Le figure 8 ci-dessous illustre l'approche de la modélisation au sein de l'outil de projection actuel (les chocs sont calculés à chaque date d'évaluation d'un chemin déterministe).

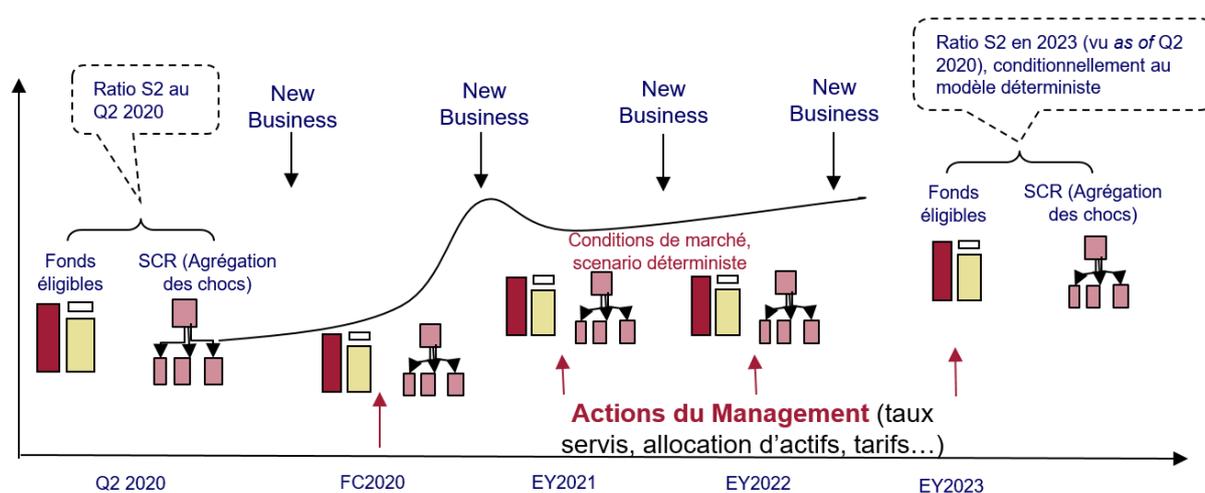


Figure 8 : Modélisation de l'évaluation du BGS en 2019

Les actions futures du *management* étant une composante importante de l'ORSA, ces dernières sont donc prises en compte dynamiquement dans les projections à travers :

- Le lien entre les hausses tarifaires et le comportement des assurés (rachats, transferts).
- Le lien entre les nouveaux volumes d'affaires et les coûts.
- Le lien entre les conditions du marché, le comportement des assurés et les mesures contingentes.

2.1.1. Les interactions actif-passif et les sensibilités croisées

Une des limites principales du processus actuel vient d'une modélisation imparfaite des interactions actif-passif avec les effets croisés des chocs conjoints. Par exemple, le *Best Estimate* N+1 est actuellement estimé de la manière suivante :

$$BE_{N+1} = BE_N * \underbrace{\left(\frac{PM_{N+1}}{PM_N}\right)}_{\text{Effet revalorisation de la PM initiale}} * \underbrace{\Delta \text{Market effects}}_{\text{Effets de marché (fluctuations, mouvement de taux...)}}$$


Problème : PM_{N+1} est estimé. L'objectif est d'utiliser Prophet pour avoir une adéquation entre la PM_{N+1} et les effets de marché.

La limite de cette formule provient de la Provision Mathématique (PM) évaluée en N+1 : Cette dernière est calculée en ajustant les taux de PB servi et de la PPB en fonction des conditions de marché alors que les effets de marché sont basés sur des sensibilités réalisées en date initiale et donc un montant de PM différent.

Une des autres limites identifiées provient des sensibilités croisées multiples qui ne sont pas modélisées dans l'outil actuel. Nous illustrerons cette notion à travers un exemple. A noter que les valeurs utilisées dans cet exemple sont purement arbitraires.

Exemple : On considère que le ratio S2 de l'entreprise s'élève à 150%. On souhaite voir l'impact d'une hausse des actions de 5% conjointement à une baisse des taux de 10bps. Voici ce qu'on observe :

Outil actuel			Objectif : considérer les 2 effets ensemble		
Effet	Impact seul	Ratio S2	Effet	Impact conjoint	Ratio S2
Hausse des actions de 5%	6%	156%	Hausse des actions de 5%	2%	152%
Baisse des taux de 10bps	-2%	154%	Baisse des taux de 10bps		
Ratio S2 après chocs : 154%			Ratio S2 après chocs : 152%		

Figure 9 : Résultats de l'exemple

On voit alors que l'outil actuel ne peut pas appréhender les interactions entre plusieurs effets (on somme les impacts des deux effets indépendamment de l'autre). En réalité, ces deux effets interagissent entre eux et il faut donc réussir à obtenir l'impact global plutôt que l'impact effet par effet. Outre le ratio de solvabilité, les sensibilités croisées auront également un impact sur le passif, à travers les rachats de contrats notamment.

Dans le cas où les effets que l'on somme ont tous les deux un impact négatif on aura tendance à sous-estimer l'impact global. En effet, lorsqu'on applique un choc, il y a absorption de ce dernier à travers une moindre distribution de la participation aux bénéficiaires au-delà du TMG (voir l'illustration de ce mécanisme en figure 10 ci-après). Ce phénomène, communément appelé « absorption par les provisions techniques » sera introduit plus en détail en partie 3.1.2 de ce mémoire. Dès lors, en sommant deux chocs impactant négativement la solvabilité de l'entreprise, on utilisera deux fois cette capacité d'absorption, ce qui est incorrect et aura tendance à sous-estimer l'impact global.

De plus, la réalisation d'une sensibilité « simple » (c'est à dire, un seul choc) présente un coût opérationnel élevé avec l'outil actuel. Par conséquent, les sensibilités croisées ont un coût opérationnel encore plus élevé : par exemple, pour un jeu de 7 et 8 sensibilités données, il y aura $(7 \times 8 - 8) / 2 = 24$ sensibilités croisées supplémentaires à réaliser. Il faut garder en mémoire que par essence, toute sensibilité, simple ou croisée, comporte une incertitude dans son application.

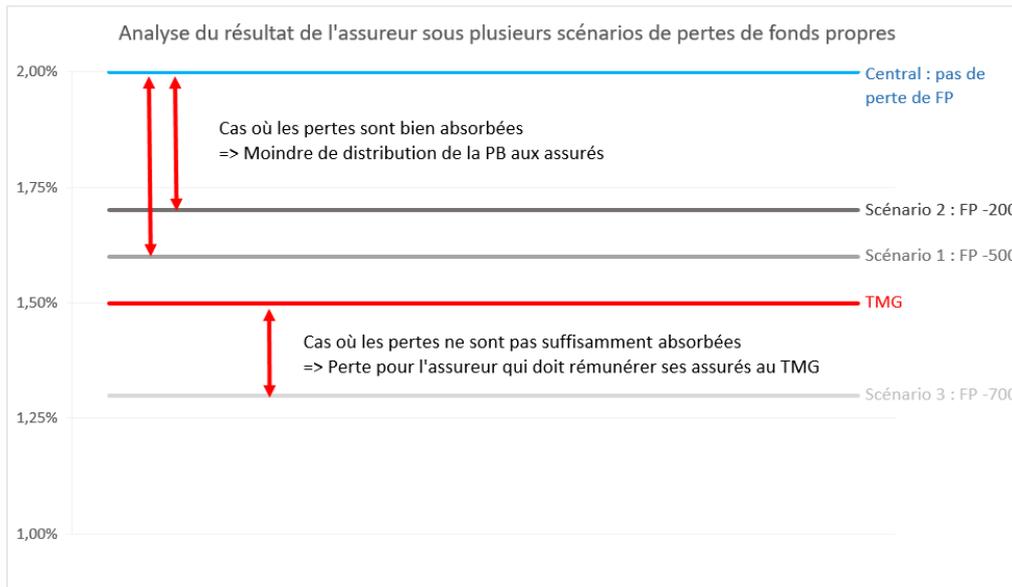


Figure 10 : Exemple de l'impact engendré par une baisse de Fonds Propres (FP) de l'assureur

2.1.2. Le TMG moyen

Autre facteur impactant la solvabilité d'une entreprise : le Taux Minimum Garanti (TMG) moyen. Actuellement, les calculs réalisés dans l'ORSA actuel ne prennent pas en compte explicitement cette variable, et pourtant nous disposons de nombreuses informations : actuellement, sur le périmètre des contrats épargne et retraite hors UC, le TMG moyen du portefeuille d'assurance (ou stock), est supérieur aux TMG moyen des contrats nouvellement commercialisés sur le même périmètre. Dès lors, en ajoutant des nouveaux contrats (*New Business*, ou *NB* sur la figure 11) à TMG très faibles – si ce n'est négatif¹¹ – dans le stock, qui est caractérisé par un TMG moyen bien plus élevé, on observe une dilution du TMG moyen dans le portefeuille d'assurance : le *New Business* entraîne une baisse du TMG moyen du portefeuille d'assurance.

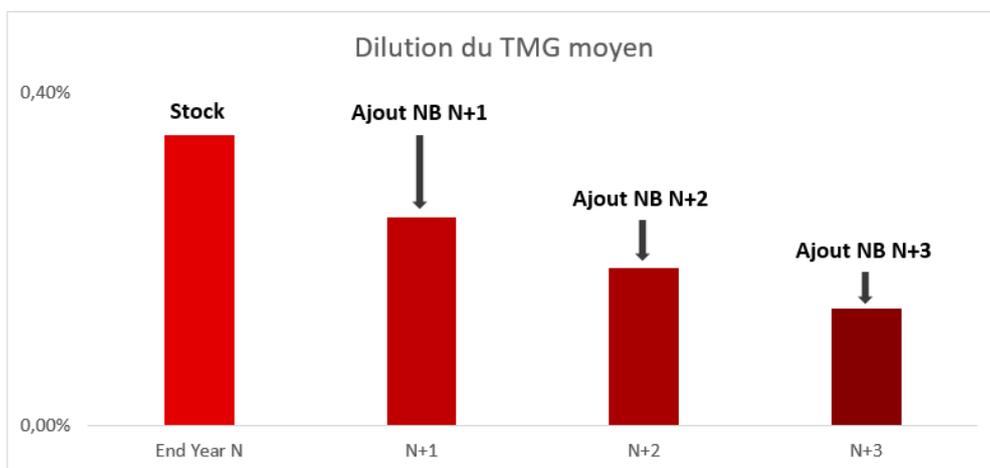


Figure 11 : Dilution du TMG moyen avec l'ajout du *New Business*

¹¹ Aujourd'hui, les contrats vendus comportent une garantie de TMG à 0% brut de chargements soit un TMG net négatif.

Le TMG moyen aura également un impact sur la solvabilité de l'entreprise. En effet, toutes choses étant égales par ailleurs, plus le TMG moyen est bas, meilleure sera la solvabilité de l'entreprise (et inversement). Nous verrons que, dans les faits, un TMG moyen peu élevé se comportera « mieux » dans les différents scénarios car l'assureur pourra transférer une plus grande partie de sa perte aux assurés. Nous allons illustrer ce principe à travers l'exemple suivant :

*Exemple : Supposons un assureur qui commercialise deux contrats A et B ayant pour TMG respectifs 2% et 1%. Son TMG moyen est de 1,5% (\leftrightarrow mêmes volumes d'engagements sur les contrats A et B). **Les actifs en représentation génèrent un taux de rendement noté tx.** On rappelle également que la rémunération de l'assuré est définie par cette formule :*

$$\text{Rémunération assuré} = \max(\text{TMG} ; PB_{\text{réglementaire}})$$

avec :

$$PB_{\text{réglementaire}} = (85\% * \text{produits financiers} + 90\% * \text{résultat technique})$$

Si et seulement si $PB_{\text{réglementaire}} > \text{TMG}$ alors on décompose cette PB comme suit :

$$PB_{\text{réglementaire}} = \text{TMG} + \text{surplus de PB}$$

Par ailleurs on ne considère pas les mécanismes de dotation ou de reprise de PPB par la suite.

On distingue alors 3 cas :

- Cas 1 : $tx = 1,5\% = \text{TMG moyen}$, pas de PB
 Rémunération assuré = $\text{TMG} = 1,5\%$
 Et donc on peut rémunérer les contrats A à hauteur de $1,5\% + 0,5\% = 2\%$ et les contrats B à hauteur de $1,5\% - 0,5\% = 1\%$
 L'assureur n'engendre donc pas de pertes et les assurés reçoivent chacun le TMG
- Cas 2 : $tx = 1,7\%$
 Rémunération assuré = $\text{TMG} + \text{surplus de PB} = 1,5\% + 0,2\%$
 Et donc on peut rémunérer les contrats A à hauteur de $1,7\% + 0,3\% = 2\%$ et les contrats B à hauteur de $1,7\% - 0,3\% = 1,4\%$ (pas de PB pour les contrats A, et PB à 0,4% pour les contrats B).
 L'assureur n'engendre donc pas de pertes, et a fait le choix de distribuer la PB aux contrats B exclusivement. Il aurait été possible de distribuer de la PB aux deux contrats en affilant une plus faible part de PB aux contrats B.
- Cas 3 : $tx = 1\%$ (choc des marchés), pas de PB
 Rémunération assuré = TMG mais $tx = 1\%$ ne permet pas de rémunérer les assurés au TMG.
 L'assureur va devoir puiser dans ses fonds propres réglementaires pour servir les TMG.
 Et donc on peut rémunérer les contrats A à hauteur de $1\% + 0,5\% = 1,5\% < \text{TMG}(A) = 2\%$ et les contrats B à hauteur de $1\% - 0,5\% = 0,5\% < \text{TMG}(B) = 1\%$.
 L'assureur engendre donc des pertes à hauteur de 0,5%.

Supposons à présent que le TMG moyen baisse à 1,2% (**le TMG des contrats A et B baissent de 30 bps**) et que tx ne change pas.

- Cas 1 : $tx = 1,5\%$, donc Rémunération assuré = $\text{TMG} + \text{surplus de PB} = 1,2\% + 0,3\%$
 L'assureur peut donc rémunérer ses assurés au TMG en distribuant une PB, ce qui est favorable à l'assureur.
- Cas 2 : $tx = 1,7\%$, donc Rémunération assuré = $\text{TMG} + \text{surplus de PB} = 1,2\% + 0,5\%$

L'assureur peut donc rémunérer ses assurés au TMG en distribuant une PB plus élevée, ce qui lui est une nouvelle fois favorable.

- Cas 3 : $tx = 1\%$ (choc des marchés)

Rémunération assuré = TMG mais $tx=1\%$ ne permet pas de rémunérer tous les assurés au TMG. L'assureur devra puiser dans ses fonds propres réglementaires.

Et donc on peut rémunérer les contrats B à hauteur de $1\% - 0,3\% = 0,7\% = TMG(B)$ et les contrats A à hauteur de $1\% + 0,3\% = 1,3\% < TMG(A) = 1,7\%$.

L'assureur engendre donc des pertes sur les seuls contrats A à hauteur de :

$$50\% * (1,7\% - 1,3\%) = 50\% * 0,40\% = 0,2\%$$

Voici un tableau de synthèse de l'exemple :

	TMG moyen à 1,5%	TMG moyen à 1,2%
Cas 1 : $tx = 1,5\%$	L'assureur peut rémunérer ses assurés à hauteur du TMG sans distribuer de PB => pas de pertes ni de gains pour l'assureur.	L'assureur peut rémunérer ses assurés à hauteur du TMG et distribuer une PB => favorable à l'assureur
Cas 2 : $tx = 1,7\%$, Surplus de PB = 0,2%	L'assureur peut rémunérer ses assurés à hauteur du TMG et distribuer une PB => favorable à l'assureur	L'assureur peut rémunérer ses assurés à hauteur du TMG et distribuer une PB plus importante => encore plus favorable à l'assureur
Cas 3 : $tx = 1\%$ (surplus de PB = 0%)	L'assureur ne peut pas rémunérer ses assurés à hauteur du TMG ni distribuer de PB => pertes pour l'assureur à hauteur de 0,5%	L'assureur ne peut pas rémunérer ses assurés à hauteur du TMG ni distribuer de PB => moindre perte pour l'assureur, à hauteur de 0,2%

On peut donc en conclure que, toutes choses étant égales par ailleurs, une baisse du TMG est favorable à l'assureur.

Par ailleurs, un TMG moyen moins élevé aura un impact positif sur le Best Estimate en le diminuant, ce qui aura un impact positif sur le ratio S2. En effet en partant de l'égalité comptable donnée par :

$$Valeur\ Actif = Capital\ excédentaire + Best\ Estimate + Risk\ Margin + SCR$$

On peut en déduire que, toutes choses étant égales par ailleurs, une baisse du Best Estimate engendrera, non seulement, une hausse du capital excédentaire et donc des fonds propres S2, mais aussi une baisse du SCR (la hausse des fonds propres libérant de la capacité d'absorption par les impôts différés et peut donc avoir un impact favorable sur les risques étant donné qu'il y a moins de contraintes).

En effet, les fonds propres S2 sont définis par l'égalité suivante :

$$Fonds\ Propres\ S2 = Capital\ excédentaire + SCR$$

Dès lors, si le Best Estimate baisse avec une valeur constante d'actif, les fonds propres S2 augmentent ce qui se traduit par la hausse du capital excédentaire conjointement à une baisse du SCR, ce dernier étant positivement impacté par la baisse des contraintes au passif.

Mais comment un TMG moyen moins élevé peut-il diminuer le Best Estimate ? Pour répondre à cette question, il faut s'intéresser à la détermination du Best Estimate. Ce dernier est calculé de manière stochastique à l'aide du modèle ALM. En effet, pour un scénario économique donné (scénario central,

scénario de taux, scénario de hausse des rachats...), le modèle ALM de la compagnie étudiée va générer 2000 simulations. Parmi ces simulations, certaines seront favorables, générant un gain pour l'assureur et d'autres défavorables, générant une perte pour l'assureur. Le TMG moyen interviendra dans les simulations défavorables, en permettant à l'assureur de transmettre une partie de sa perte aux assurés, comme nous l'avons vu dans l'exemple précédent.

Ainsi, sur la situation telle que présentée en figure 11 et toutes choses étant égales par ailleurs, le TMG moyen aura impact positif sur la solvabilité de l'entreprise. En effet, le *Best Estimate* correspondant à la valeur actuelle nette des flux de trésorerie à venir, une diminution de la PB servie génère moins de flux de trésorerie futurs, ce qui vient alors diminuer le BE (toutes choses étant égales par ailleurs).

2.1.3. Le taux de rendement de l'actif (TRA)

Par ailleurs, une autre limite identifiée concerne le Taux de Rendement de l'Actif (TRA). Pour définir cette notion, il est nécessaire de définir le rendement actuariel dans un premier temps. Ce dernier correspond au rendement réel d'un placement (de type obligataire) et tient compte :

- Du prix d'achat de l'actif ;
- Du prix de remboursement à l'échéance ;
- Du montant des versements ainsi que du calendrier des versement de ces derniers ;
- De la durée résiduelle restant à courir jusqu'au remboursement.

Ainsi, en croisant ces facteurs, le taux de rendement actuariel correspond au rendement qu'obtiendrait un porteur d'obligation s'il la gardait jusqu'à son échéance en réinvestissant les coupons au même taux. Or, en pratique, les obligations mûrissant ne sont pas réinvestis au même taux mais à des taux plus bas (en cause, l'environnement de taux très bas voire négatifs sur les marchés obligataires). Les réinvestissements à des taux inférieurs font mécaniquement baisser le TRA. Cette baisse du taux de rendement érode le résultat financier global et comprime la marge financière que peut prélever l'assureur. A long terme, ce phénomène à un effet négatif sur les ratios de solvabilité.

Cette situation est d'autant plus problématique que la participation aux bénéfices sera impactée par la baisse du TRA. En effet, la baisse du TRA va générer une baisse du résultat financier, reversé à hauteur de 85% aux assurés (en pratique, les assureurs ont recours à la PPB pour pouvoir lisser la PB distribuée, cf. première partie de ce mémoire). Si on considère le résultat technique et le TMG moyen stables, voici ce qu'on observe en cas de dégradation continue du TRA :

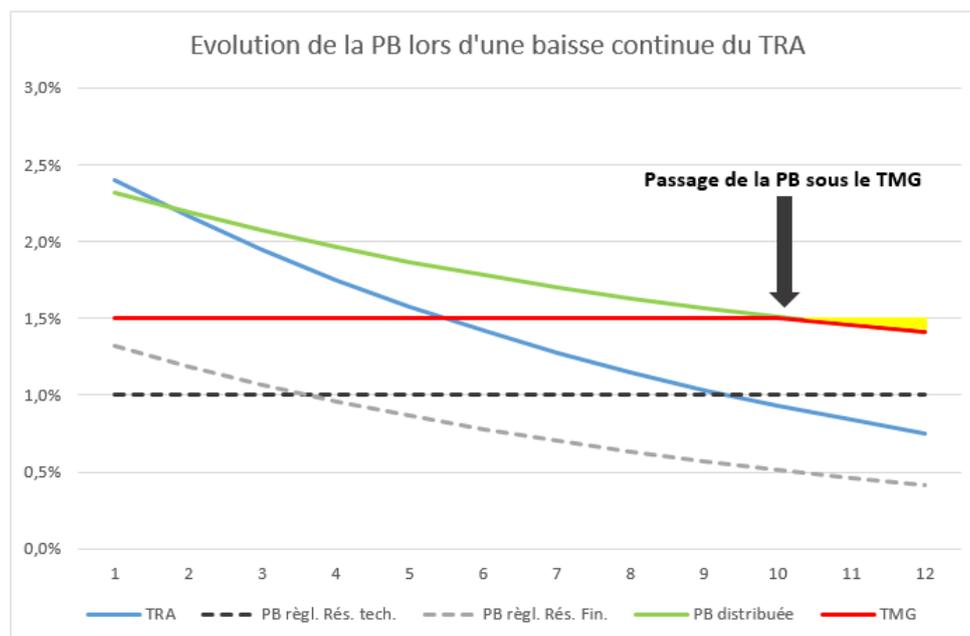


Figure 12 : Impact d'une baisse continue du TRA sur la PB

Sur cet exemple, on remarque que la situation devient problématique dès la cinquième année, lorsque le TRA devient inférieur au TMG, puis critique à partir de la dixième année, quand la PB devient inférieure au TMG. Concrètement, pour servir le TMG de 1,5%, l'assureur devra – dans tous les cas – créditer les provisions mathématiques des obligations contractuelles (principalement les TMG), quitte à prélever dans ses fonds propres réglementaires.

Par ailleurs, les contrats d'épargne deviennent de moins en moins rémunérateurs et les assurés seront tentés de racheter leur contrat pour s'orienter vers un investissement plus rémunérateur.

L'approche ORSA actuelle intègre de manière simplifiée les baisses tendancielle structurelles jusqu'à l'horizon de l'ORSA à la fois des TMG du passif et des TRA de l'actif. D'un point de vue bilantiel S2, si ces baisses étaient synchrones et d'amplitude identique cette double baisse synchrone aurait tendance à s'annihiler en termes d'impacts dans les BE et les SCR. Dans la pratique, le comportement au passif des TMG est plus stable, tandis que l'amplitude de la baisse des TRA obligataires reste dépendante des conditions de réinvestissement des scénarios considérés.

L'approche développée dans le mémoire devrait permettre de dépasser l'hypothèse de l'approche actuelle dans les cas d'un développement TMG / TRA non synchrone.

2.1.4. Gestion de la sensibilité aux taux de manière déterministe

Nous clôturerons cette partie en présentant deux outils de pilotage très connus des gestionnaires actif-passif : le gap de duration et la convexité.

Introduisons dans un premier temps la notion de duration. Exprimée en années, la duration correspond à la durée de vie moyenne des flux financiers, pondérée par leur valeur actualisée. En pratique, la duration d'un instrument financier correspond à la période à l'issue de laquelle l'instrument n'est plus sensible aux variations de taux (et donc sa rentabilité n'est plus affectée par les

variations de taux). De manière plus formelle, en notant F_i les flux financiers en t_i et r le taux actuariel, la duration a été définie par F. MACAULAY par la formule suivante :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n t_i * \frac{F_i}{(1+r)^{t_i}}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^{t_i}}}$$

Maintenant la notion de duration établie, on peut définir de manière plus large le gap de duration. Ce dernier correspond à la différence entre la duration de l'actif et la duration du passif. En fonction du signe du gap de duration, le gestionnaire actif-passif saura dire si l'impact attendu d'une hausse ou d'une baisse des taux sera favorable ou défavorable. La seule limite du gap de duration provient du fait que le niveau de fonds propres réglementaires n'est pas pris en compte. Dès lors, pour pallier ce problème, il faut introduire le gap de duration pondéré. Ce dernier est défini comme suit :

$$\text{Gap de duration pondéré} = \text{Duration}_{\text{Passif}} - \frac{\text{Market Value}_{\text{Actif}}}{\text{Market Value}_{\text{Passif}}} * \text{Duration}_{\text{Actif}}$$

Remarque : le mot « passif » de la formule ne représente pas le passif au sens bilanciel du terme mais les réserves. Ainsi, les fonds propres réglementaires sont exclus du gap de duration, ce qui, mathématiquement, suppose que la duration des fonds propres réglementaires est nulle.

Le gap de duration est un indicateur fondamental pour anticiper les effets des variations de taux sur les fonds propres réglementaires de la société. En voici les différentes interprétations :

	Hausse des taux	Baisse des taux
Gap de duration pondéré négatif	La valeur de l'actif diminuera plus vite que la valeur du passif. Par conséquent, il y a perte de fonds propres.	La valeur de l'actif augmentera plus vite que la valeur du passif. Par conséquent, il y a augmentation des fonds propres.
Gap de duration pondéré positif	La valeur du passif diminuera plus vite que la valeur de l'actif. Par conséquent, il y a augmentation des fonds propres.	La valeur du passif augmentera plus vite que la valeur de l'actif. Par conséquent, il y a perte de fonds propres.

En bref, on préférera un gap de duration (pondéré ou non) **positif** pour faire face à une **hausse** des taux, et, à l'inverse, on préférera un gap de duration **négatif** pour faire face à une **baisse** des taux.

Usuellement, la gestion du gap de duration se fait à travers l'actif en achetant ou en vendant des actifs obligataires de durations différentes (ou encore à travers l'achat/vente de produits de taux à coupons variables plutôt que fixes pour diminuer la sensibilité aux variations de taux).

Néanmoins, le gap de duration permet seulement d'appréhender les faibles variations de taux. Pour les variations de taux plus importantes, il faut utiliser la convexité. Cette notion permet de formaliser la relation convexe entre le prix d'un échéancier de flux futurs et le niveau de taux d'intérêts. Mathématiquement, en notant F_i les flux financiers en i , r le taux actuariel et P le prix de l'échéancier de flux futurs, la convexité est donnée par la formule suivante :

$$C = \frac{1}{P} * \frac{\partial^2 P}{\partial r^2}$$

Avec :

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

Ainsi, en développant la formule de la convexité :

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{P} * \frac{\partial^2}{\partial r^2} \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i} \\ &= \frac{1}{P} * \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2}{\partial r^2} \frac{F_i}{(1+r)^i} \\ &= \frac{1}{P} * \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial r} \frac{-i * F_i}{(1+r)^{i+1}} \\ &= \frac{1}{P} * \sum_{i=1}^n \frac{(-i) * (-i-1) * F_i}{(1+r)^{i+2}} \end{aligned}$$

On obtient alors :

$$C = \frac{1}{P} * \sum_{i=1}^n \frac{i * (i+1) * F_i}{(1+r)^{i+2}}$$

En pratique, la convexité peut être estimée avec la formule suivante :

$$C = \frac{P_{-\Delta r} - 2P + P_{+\Delta r}}{P * \Delta r^2}$$

Avec $P_{+\Delta r}$ le prix obtenu à la suite d'une hausse des taux de Δr points de base et $P_{-\Delta r}$ le prix obtenu à la suite d'une baisse des taux de Δr points de base.

Plus concrètement, pour une obligation, la convexité permet de formaliser le fait suivant : en cas de baisse des taux d'une ampleur donnée, le prix de l'obligation augmentera plus vite qu'il ne baisserait pour une hausse des taux de même ampleur. Par ailleurs, deux facteurs augmentent la convexité d'une obligation : un faible taux de coupon et une maturité élevée.

Pour un assureur vie, il existe une relation convexe entre la valorisation de son passif et celle de son actif. En effet, la convexité du passif économique est générée par les options et garanties financières évoquées en partie 1.1.3 de ce mémoire. Pour expliquer la notion de convexité, on suppose les deux situations suivantes :

- Une première situation de hausse importante des taux. **Dans cette situation, à durée égale, le passif de l'assureur se déprécie moins vite que l'actif.** Ce phénomène s'explique par l'option de rachat détenue par les assurés sur leur contrat, assimilable à un *puttable bond*¹². Dans les faits, en cas de hausse subite des taux, l'assuré sera tenté de racheter son contrat pour en souscrire un nouveau, plus rémunérateur (le TMG étant intrinsèquement lié au niveau de taux), ce qui aura pour effet de diminuer la valeur de marché du passif moins vite que celle de l'actif.

¹² Un *puttable bond* est une obligation offrant à leur détenteur le droit de « forcer » l'émetteur à rembourser le montant nominal de l'obligation avant la date d'échéance.

Par exemple, si un assuré décide de racheter son contrat d'assurance-vie suite à la hausse importante des taux, l'assureur devra lui verser la PM rattachée à son contrat. Considérons que l'assureur vend les actifs (pour la plupart, obligataires) en représentation de la PM du contrat de l'assuré pour maintenir une Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA) stable. A l'issue de cette vente, l'assureur percevra la valeur de marché de ces actifs, or, la valeur de marché des actifs obligataires a diminué à la suite de la hausse des taux. Conséquemment à cette vente d'actifs en moins-value, l'assureur devra compléter la différence entre la valeur de marché au moment de la vente et la PM du contrat. L'assureur enregistre donc une perte.

- A l'inverse, une seconde situation de baisse importante des taux. **Dans cette situation, à durée égale, le passif de l'assureur s'apprécie plus vite que l'actif.** Suite à la baisse des taux, le TMG d'un contrat d'assurance vie peut être assimilé à un *floor*¹³ détenu par l'assuré. Cette option *floor* prendra de la valeur à mesure que les taux d'intérêts baissent, ce qui aura pour effet d'augmenter la valeur de marché du passif plus vite que celle de l'actif.

Par exemple, si un assuré décide de garder son contrat d'assurance-vie suite à la baisse importante des taux, l'assureur devra lui verser le TMG de son contrat alors que le taux de rendement de son actif diminue. D'où la comparaison avec le *floor* : quand bien même les taux baissent, l'assuré est certain de percevoir son TMG, assimilable au coupon d'une obligation.

Cette relation de convexité entre l'actif et le passif peut être illustrée de la manière suivante :

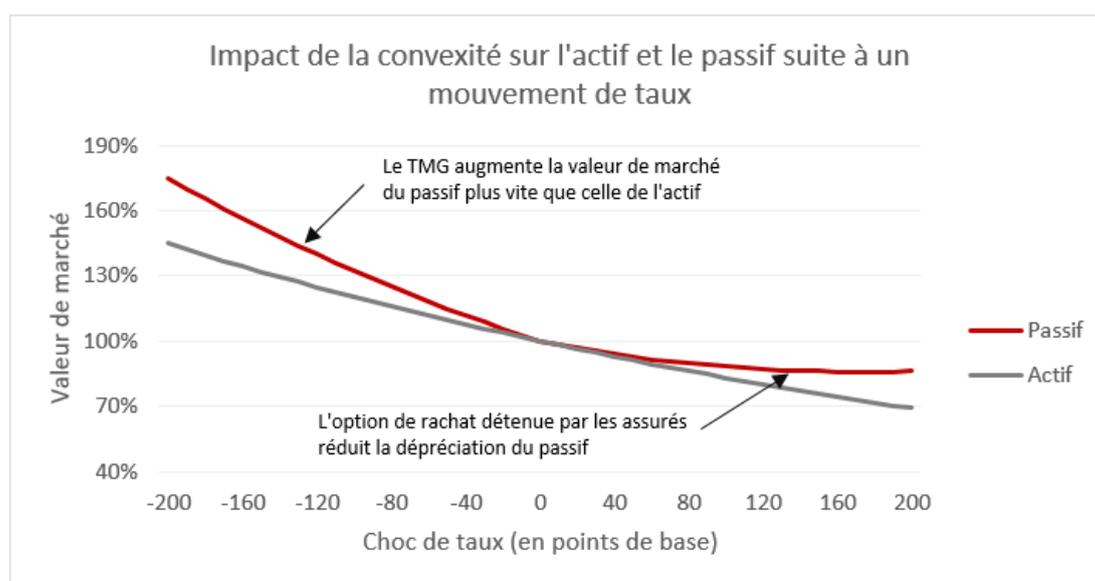


Figure 13 : Illustration de l'impact de la convexité sur l'actif et le passif à la suite d'un choc de taux

En pratique, l'assureur peut se désensibiliser de la convexité inhérente à son passif en réduisant les options et garanties financières (par exemple en diminuant le TMG, ou en augmentant les frais de rachat). Cependant de telles mesures peuvent avoir un impact commercial négatif. Une autre possibilité consiste à répliquer la convexité du passif à l'actif à travers l'achat d'options sur taux. La finalité étant de se désensibiliser à la maille *Actif – passif*, c'est à dire au niveau des fonds propres réglementaires. Les *floors* (introduits ci-dessus) peuvent ainsi générer de la convexité à la baisse des

¹³ Un *floor* est une option sur taux d'intérêt permettant de se couvrir en cas de baisse des taux tout en laissant la possibilité de profiter d'une hausse des taux. Le prêteur définit un taux plancher et si le niveau de taux est inférieur au taux plancher, il devra alors verser la différence au détenteur de l'option.

taux. A l'inverse les *caps*¹⁴ génèrent de la convexité à la hausse des taux. Toutefois, ces options sur taux ont un coût, et c'est à l'assureur de trouver l'équilibre optimal entre l'achat d'options et la réduction des options et garanties financières, rendant par ailleurs la gestion de la convexité très complexe à mettre en œuvre en pratique.

Pour en revenir au processus ORSA actuel, l'outil utilisé permet une projection déterministe du gap de duration. Ce dernier est recalculé à chaque année de projection pour converger vers une cible définie en amont mais de façon simplifiée. Par conséquent, le modèle actuel ne capte pas les effets et influences des mesures prises pour converger vers la cible. Ainsi, dans les scénarios de variations significatives de taux, la convexité de l'actif n'est captée que partiellement. Ce qui constitue une limite du modèle actuel. Par ailleurs, tous les comportements par rapport à un facteur de risque intègrent un certain niveau de convexité. Dans la méthode actuelle, une approche de linéarité d'évolution des fonds propres et des absorptions des SCR est retenue par rapport à un niveau de sensibilités disponibles.

¹⁴ Un *cap*, à l'inverse d'un *floor*, est une option sur taux d'intérêt permettant de se couvrir en cas de hausse des taux tout en laissant la possibilité de profiter d'une baisse des taux. Le prêteur définit un taux plafond et si le niveau de taux est supérieur au taux plafond, il devra alors verser la différence au détenteur de l'option.

2.2. Méthodologie retenue : Un procédé en deux étapes

Comme évoqué en fin de première partie, l'approche retenue comporte deux étapes (cf. figure 7). L'idée étant d'exploiter le modèle ALM (implémenté dans Prophet) pour mieux quantifier les sensibilités des portefeuilles aux variations techniques et financières.

2.2.1. Parallèle avec la méthode des simulations dans les simulations

L'approche par simulations dans les simulations (aussi abrégée « SdS ») est très prisée par les assureurs vie car pertinente pour le calcul du *Best Estimate* (défini comme la valeur actuelle probable des flux de trésorerie futurs) et la détermination des fonds propres économiques. En effet, les interactions actif-passif qui découlent des politiques de participations aux bénéficiaires et des rachats dynamiques rendent ces calculs complexes et ne permettent pas la mise en œuvre de formules fermées.

La méthode des simulations dans les simulations repose sur deux jeux de simulations. Les simulations primaires, dites simulations « monde-réel », composent le premier jeu de simulations. L'objectif de ces dernières est de faire évoluer les variables financières conformément à plusieurs scénarios économiques sur la première année. A l'issue des simulations primaires, on effectue de nouveau des simulations, appelées simulations secondaires ou simulations « risque-neutre ». L'univers « risque-neutre » est à opposer à l'univers « monde réel » : sous la probabilité « risque neutre », dont l'existence et l'unicité reposent sur des hypothèses fortes telles que la complétude des marchés¹⁵ et l'absence d'opportunité d'arbitrages¹⁶, tous les actifs rapportent en moyenne le taux sans risque et ne diffèrent que par leur volatilité. Dès lors, les primes de risque sont neutralisées. L'univers « risque neutre » est nécessaire pour évaluer les éléments du bilan conformément à la directive Solvabilité II.

Cette approche peut être résumée à travers ce schéma suivant :

¹⁵ L'hypothèse de complétude des marchés repose sur le principe suivant : tout flux à venir peut-être répliqué à l'identique par un portefeuille répliquant, et ce quel que soit l'état du monde.

¹⁶ L'absence d'opportunité d'arbitrage peut être formalisée comme suit : il n'existe aucun moyen d'acquérir une richesse future pour un coût initial nul.

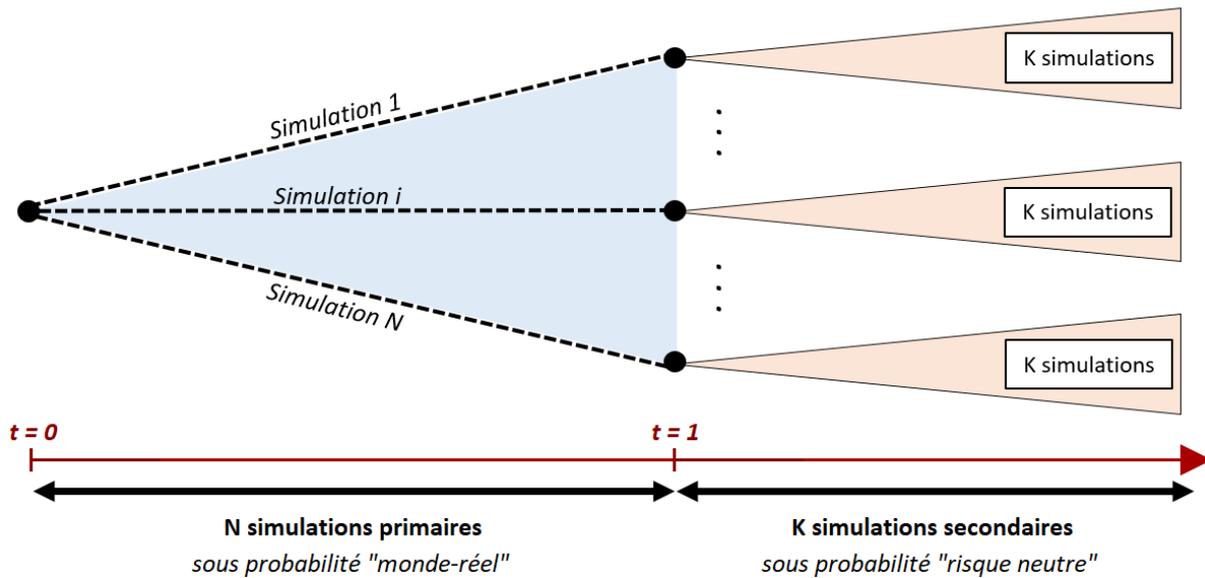


Figure 14 : Principe de la méthode des simulations dans les simulations

Dans notre cas, les simulations primaires consistent en la projection déterministe des entrées du modèle ALM. En d'autres termes, on va faire vieillir les entrées Prophet avec un jeu d'hypothèses déterministes par scénario ORSA. Chaque jeu d'hypothèses est composé – pour un scénario donné – de niveaux de performances attendues par classe d'actifs, de montants de nouveaux investissements, ou encore de diverses hypothèses au passif à horizon 3 ans (3 ans et demi si on compte la projection de la situation au second trimestre à la fin de l'année en cours). Ainsi, pour 10 scénarios, on aura 10 simulations primaires déterministes par année de projection. Dans le cadre du MTP, pour 4 années de projection on va alors réitérer 4 fois ce procédé. Pour ce qui est des simulations secondaires, elles seront réalisées par le modèle ALM sous univers risque-neutre. Il y a donc, pour les simulations secondaires, aucune différence avec l'approche SdS classique introduite précédemment.

Pour faire le parallèle avec la méthode des simulations dans les simulations, l'approche choisie peut être résumée de la façon suivante :

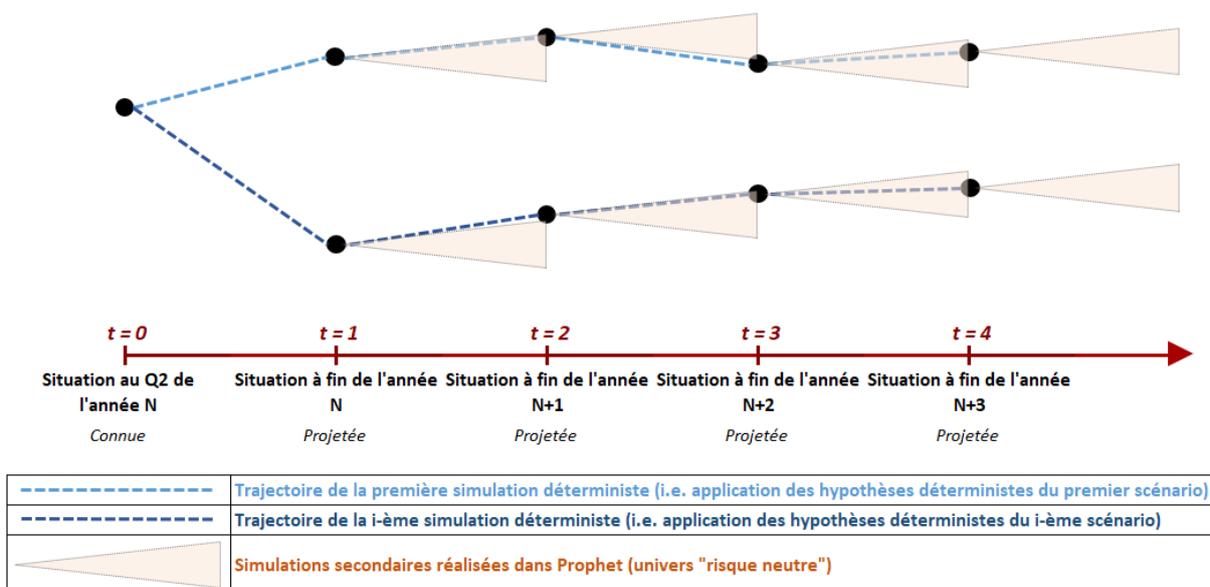


Figure 15 : Approche utilisée dans ce mémoire

A noter qu'en pratique, les simulations primaires sont bien plus nombreuses que dans le cadre de ce mémoire. Pour remédier à des temps de calculs conséquents, il existe plusieurs méthodes pour diminuer le nombre de simulations primaires à réaliser. La plus connue étant « l'accélérateur SdS », qui consiste à localiser les situations les plus adverses pour diminuer le nombre de simulations primaires.

2.2.2. Etape 1 : vieillissement des entrées Prophet

La première étape consiste à faire vieillir, selon plusieurs hypothèses et à horizon du MTP (3 ans), les entrées du modèle ALM. Ces entrées, que nous appellerons par la suite « tables Prophet », se présentent sous forme de tableaux de données agrégés et couvrent aussi bien l'actif que le passif. A noter que l'exercice ORSA est effectué en milieu d'année. Il faut donc projeter à horizon fin de l'année en cours dans un premier temps, puis à horizon 3 ans dans un second temps.

Projection des actifs financiers (hors obligations)

Au niveau de l'actif, on va projeter la table couvrant les actions, les investissements alternatifs ainsi que les placements immobiliers. Les obligations sont traitées différemment et feront l'objet d'un paragraphe postérieur. De plus, nous ne rentrerons pas dans les détails de la projection des diverses couvertures concernant les OPCVM. Ces dernières étant très techniques et présentent un intérêt réduit vis-à-vis du sujet de ce mémoire.

Cette table se présente sous la forme de *Model Points* : au lieu de considérer chacun des actifs financiers, on va regrouper les actifs présentant les mêmes caractéristiques (type d'actif financier, cotés ou non cotés sur un marché financier, devise, etc.). On va alors chercher à déterminer, à l'horizon de projection, la valeur de marché et la valeur comptable de chaque *Model Point*. A noter que la projection des OPCVM se fait de manière transparisée (la transparisation est un processus permettant d'obtenir la vision de chaque classe d'actif dans un fond). Ensuite, pour projeter ces *Models Points*, on définit plusieurs hypothèses de performance, de nouveaux investissements et des hypothèses diverses (taux de change EUR/USD notamment). Par ailleurs, une modélisation fine du Dampener¹⁷ est réalisée prospectivement pour modéliser les chocs du SCR action conformément à la formule standard. Le détail de cette modélisation est disponible en **Annexe A**. Enfin, la projection se fait en partant de la table Prophet de l'année N sur laquelle on applique les hypothèses de projection évoquées précédemment.

Toutefois, pour exploiter au maximum le modèle ALM, il faut également fournir des tables d'actifs « choquées ». Ces dernières sont à opposer à la table Prophet « centrale », décrite précédemment, qui fournit des informations sur le portefeuille d'actifs en conditions normales de marché. Les tables d'actifs « choquées » décrivent le portefeuille d'actifs financiers conformément à l'application des différents chocs de marché réglementaires décrit par la directive Solvabilité 2. Elles présentent donc exactement la même structure que la table « centrale », mais les valeurs de marché divergent. La projection des valeurs de marché et des valeurs comptables¹⁸ des diverses tables choquées nécessite

¹⁷ Le Dampener permet de moduler le choc à appliquer sur les actions en fonction de la tendance des marchés. Le lecteur non-initié pourra se référer à l'article 172 du règlement délégué (UE) 2015/35.

¹⁸ Les valeurs comptables sont projetées pour prendre en compte les achats et ventes d'actifs.

la table « centrale » comme nous pouvons le voir sur la figure 16 (une version agrandie est disponible en **Annexe B**).

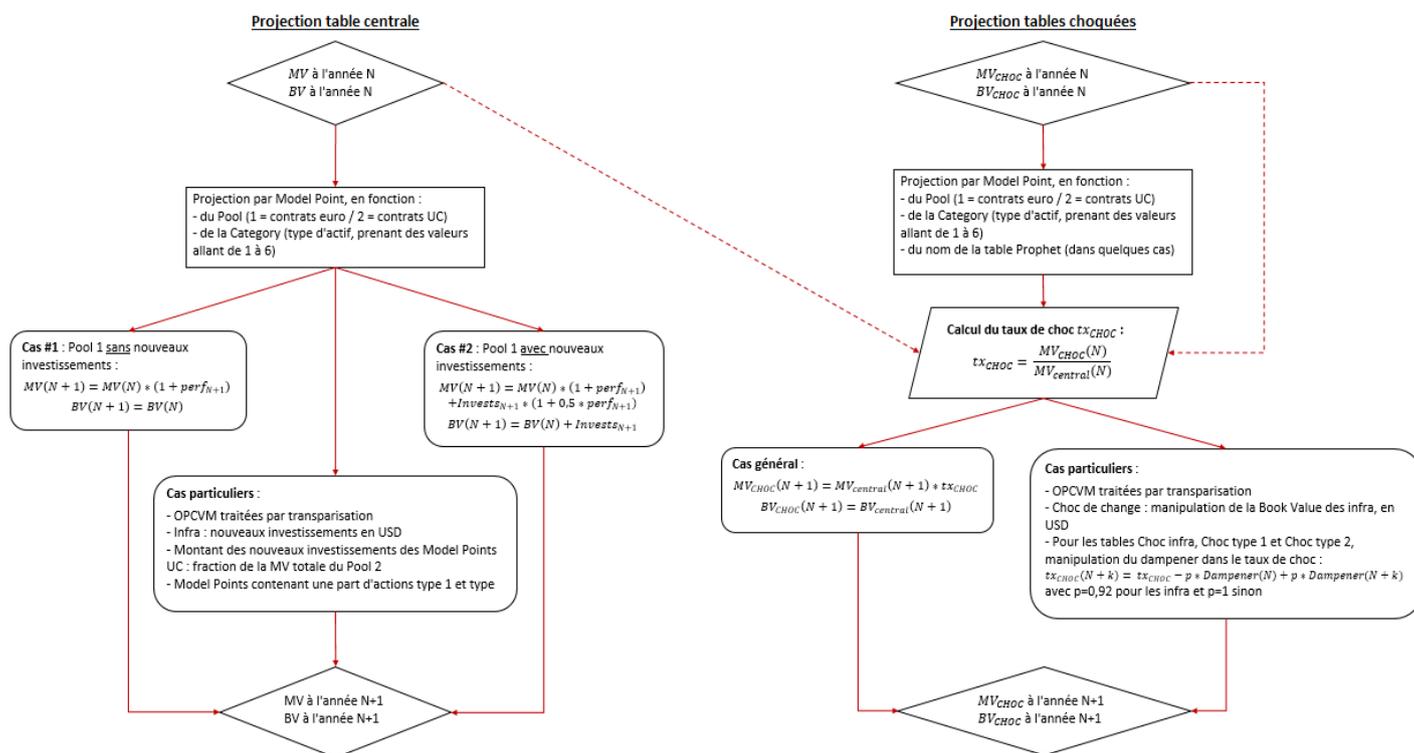


Figure 16 : Arbre de décision pour la projection des actifs

Remarque : sur la figure 16, BV correspond à la valeur comptable (*Book Value*) et MV (*Market Value*) correspond à valeur de marché.

Cependant, cette approche ne peut pas être retenue pour les obligations : on préférera partir du portefeuille non agrégé en *Model Points* pour mieux capter l'évolution des caractéristiques des obligations, ainsi que celles arrivant à échéance, pour ensuite l'exporter en table Prophet. On peut ainsi obtenir le portefeuille obligataire vieilli à horizon du MTP avec une plus grande précision.

Projection des obligations

Pour projeter les obligations, il faut utiliser le portefeuille d'actifs obligataires détaillé de la société. Ce dernier comporte diverses obligations, dérivés de crédits, positions de titrisations et des produits de taux assimilables à des actifs obligataires. Cependant, les valeurs de marché des actifs obligataires détenus en portefeuille sont déterminées en utilisant une courbe de taux incluant une prime de risque, or, la projection des produits de taux dans le modèle doit s'effectuer selon une courbe des taux sans risque (SWAP – CRA + VA)¹⁹. Pour cela, il faut alors rajouter une surcote de *spread*²⁰ comme présenté

¹⁹ La courbe de taux « SWAP – CRA + VA » est une courbe SWAP, construite à partir des taux pratiqués sur le marché des swaps, diminuée du *Credit Risk Adjustment* (CRA), appliqué sur les prix observés pour les ajuster au risque de crédit, à laquelle on ajoute la *Volatility Adjustment* (VA) afin de permettre aux assureurs de lisser les changements de la courbe des taux.

²⁰ Le spread d'une obligation correspond à l'écart entre le taux de rentabilité actuariel de l'obligation et celui d'un emprunt sans risque de référence de durée identique. Le spread est d'autant plus faible que la solvabilité

en figure 17. A noter que les courbes de taux telles que représentées ci-dessous sont fictives : selon les conditions de marchés actuelles, la courbe des taux swap se situe au-delà de la courbe des taux souverains, et la surcote de *spread* est négative. Par souci de clarté, on considère que les taux souverains sont supérieurs aux taux swap.

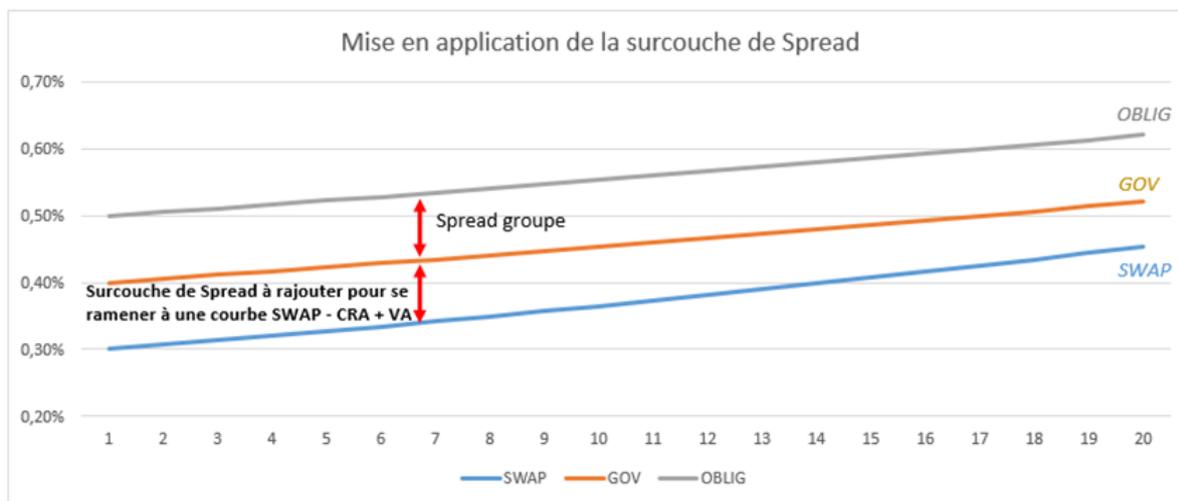


Figure 17 : Principe du rajout de la surcote de Spread

Une fois la surcote de *spread* ajoutée, on calcule la valeur de marché de chaque produit de taux à horizon du MTP comme suit :

#	Type de produit (FR)	Formule de projection Market Value	Ecart moyen théorique VS observé en N	Part MV portefeuille	
1	Positions de titrisation	Pour une obligation de maturité T : $MV = \sum_n \frac{CF_n}{(1 + r_n + spread_n)^n}$ Avec : - Le Cashflow de l'année n : $CF_n = \begin{cases} Coupon & \text{Si } n < T \\ Coupon + Nominal & \text{Si } n = T \\ 0 & \text{Si } n > T \end{cases}$ - Le taux sans risque à l'année n : r_n - Le Spread à l'année n : $spread_n$	0,1%	< 1%	
2	Obligations à taux fixe		0,3%	> 90%	
3	Obligations à taux fixe devenant variable		17,2%	> 1%	
4	Obligations à taux variable		0,3%	< 1%	
5	Obligations à taux lié au rating		0,1%	< 1%	
6	Obligations structurées (indexée sur un indice par ex.)		0,3%	> 1%	
7	Titres obligataires couverts contre le risque de défaut de l'émetteur		0,6%	< 1%	
8	Dérivés de crédit à taux fixe		-13,3%	légèrement négatif	
9	Dérivés de crédit à taux variable		-0,9%	≈ 0%	
10	Créances envers un assuré		Non projeté	461,6%	< 1%
11	Swaps de taux		Non projeté	100,0%	< 1%
12	Forward de taux	$MV = \sum_n \frac{CF_n}{(1 + r_n + spread_n)^n} - \text{Prix d'achat}$	8,3%	< 1%	

Figure 18 : Processus de calcul de la valeur de marché des produits de taux

On observe que les produits obligataires les plus présents dans le portefeuille sont recalculés avec une très bonne précision (écart de 0,3% pour les obligations à taux fixe représentant plus de 90% du portefeuille). Par ailleurs, il s'avère que la formule est relativement précise pour les obligations à taux variables. Cependant, les obligations à taux fixes devenant variables présentent un écart élevé après recalcul de la valeur de marché mais compte tenu de leur poids dans le portefeuille, les écarts ne deviennent pas significatifs. Enfin, les valeurs de marchés des créances envers les assurés et des swaps de taux ne sont pas recalculées car minoritaires dans le portefeuille.

de l'émetteur est bonne. Il peut même être négatif pour certains émetteurs, notamment souverains (Allemagne, France...)

Projection des options sur actions

Dans le cadre de ce mémoire, nous considérerons que la stratégie optionnelle de la société est exclusivement composée de *put spread*. Ceci correspond à un portefeuille de couvertures des actions.

Il s'agit d'une stratégie combinant l'achat d'un *put* (option de vente), avec un prix d'exercice (*Strike*) K_1 , conjointement à la vente d'un *put* de *strike* K_2 , tel que $K_1 > K_2$.

Cette stratégie est née du fait suivant : l'acheteur d'un *put* s'attend à une baisse de la part de l'actif sous-jacent sur lequel est indexée l'option. Or, un *put* ne définit aucune limite basse à cette baisse, rendant par ailleurs un *put* coûteux. S'il s'avère que la baisse attendue est relativement faible, il est alors inutile d'acheter un *put* couvrant des pertes infinies. Il s'agit alors d'optimiser le prix payé sur la stratégie options par rapport aux perspectives de gains sur le mouvement de baisse.

Plus concrètement, un *put spread* K_1/K_2 permet de profiter d'une baisse du sous-jacent comprise entre K_1 et K_2 . Comparons à présent le revenu généré par un *put spread* par rapport à celui des deux *puts*. Soit S le prix de l'action au moment de l'activation de l'option :

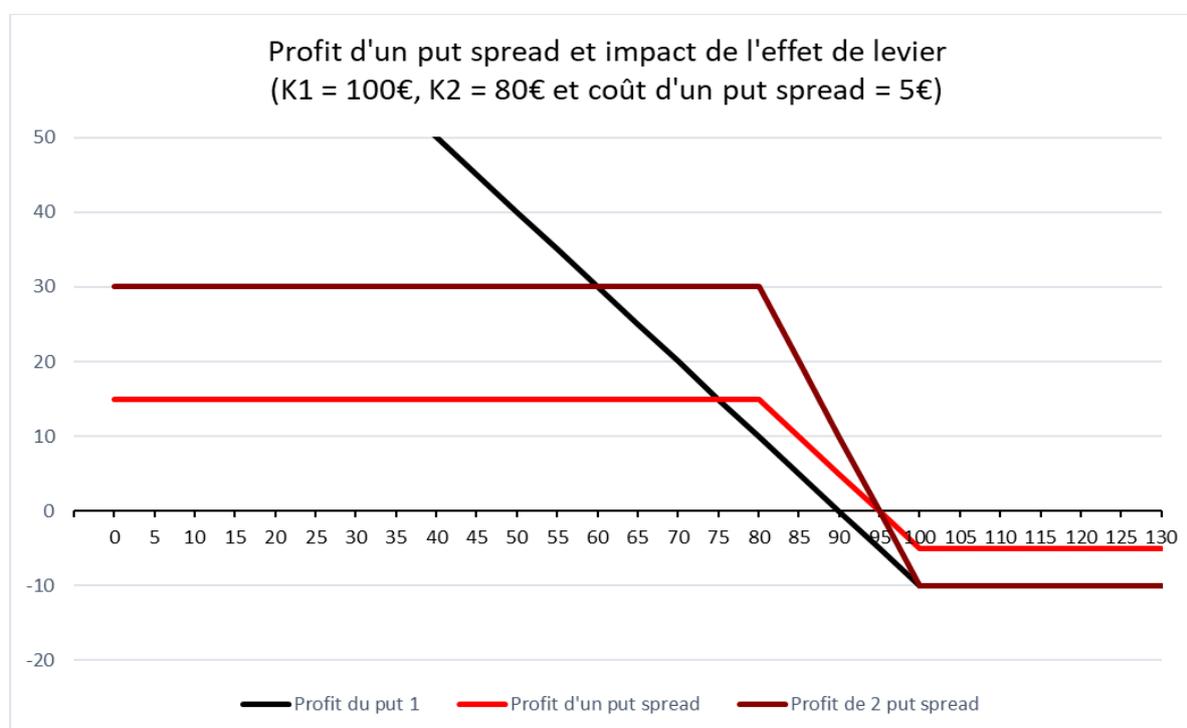


Figure 19 : Comparaison du profit d'un ou deux put spread vs. profit d'un put

Ce graphique permet de mettre en exergue plusieurs points :

- Un seul *put spread* est plus rentable que le *put* « simple », même au-delà de la fourchette de baisse (entre 100€ et 80€ dans la figure 19) anticipée par le gestionnaire d'actif : en effet, entre 75€ et 80€ , le *put spread* continue de générer un profit supérieur au *put* « simple ».
- Ensuite, on remarque que pour deux *put spread*, le profit augmente très vite à mesure que le prix de l'action descend jusqu'à K_2 (i.e. 80€). Et quand bien même le cours de l'action descendrait sous les 80€ , les deux *put spread* resteront plus rentables que le *put* « simple » pour une valeur de l'action située entre 60€ et 80€ . A noter que dans notre exemple, le prix de ces deux couvertures est le même : 10€ .

- Enfin, on remarque que les *put spread* sont rentables dès lors que le cours de l'action sous-jacente baisse de 5€, contre 10€ pour le *put*.

Dans le cadre de ce mémoire, la projection des *put spread* se fait de manière relativement similaire à celle des actifs non obligataires : on procède par *Model Point*, sur lesquels on applique des hypothèses pour chaque année de projection.

Plus précisément, on projette une table « centrale » et une table « choquée ». Cette dernière étant projetée selon le choc action type 1 prévu par Solvabilité 2. Tout comme les tables d'actifs hors obligations, la table choquée est obtenue à partir de la table centrale sur laquelle on applique le choc type 1 et le Dampener associé à chaque année de projection. Cependant, on ne projette pas la valeur de marché de l'option dans le cas des options mais le prix du sous-jacent (ou *Stock Price*, noté SP). Par ailleurs, le renouvellement automatique de certains *put spread* (conformément à la politique de la société) est géré automatiquement.

Ce procédé peut être résumé à travers le schéma suivant :

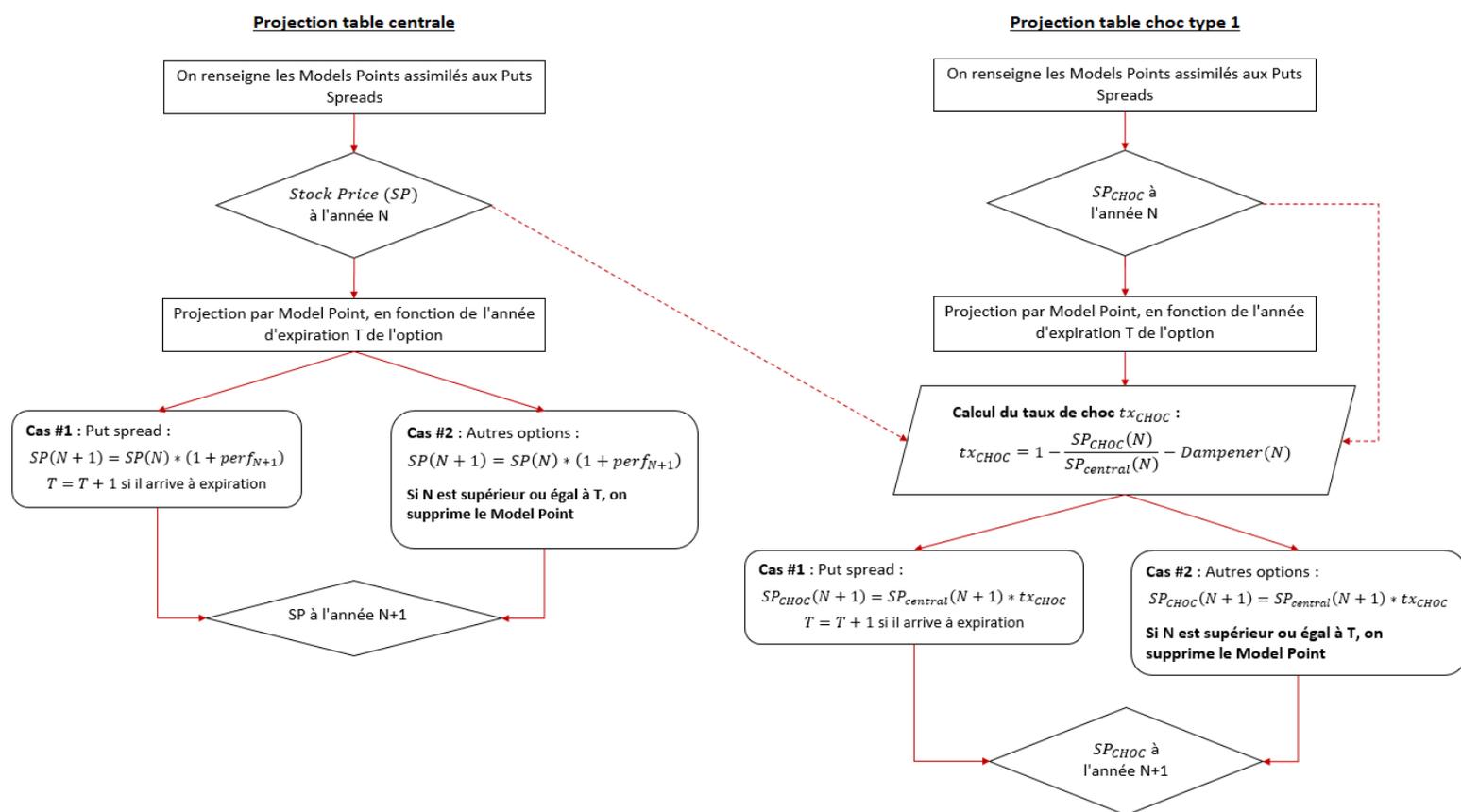


Figure 20 : Projection des options

Projection des passifs

Enfin, au niveau des passifs, l'approche est similaire à celle retenue pour les actifs. On regroupe les contrats par Groupes de Risques Homogènes (GRH), c'est à dire qu'on regroupe les risques sous-jacents présentant les mêmes caractéristiques. Chacun de ces GRH est décrit par une quarantaine de variables (PM, primes nettes, TMG moyen entre autres...) et chacune de ces variables est écoulee à

horizon 60 ans. On a donc une table Prophet ayant pour dimension « 40 x Nombre de GRH » lignes et 60 colonnes.

Contrairement à l'actif où les hypothèses étaient nombreuses, la projection du passif nécessite seulement les coefficients d'évolution du MTP, matérialisant l'évolution de deux composantes : le stock et le *New Business*. Le stock, ou plutôt la valeur du stock de contrats, est à opposer au *New Business*, désignant les affaires nouvelles (nouveaux contrats vendus par l'assureur). Les coefficients d'évolution de la valeur des affaires nouvelles sont calibrés sur l'évolution du volume des primes. De plus, et dans un souci de simplification, il est supposé que chaque nouvelle provision mathématique issue des affaires nouvelles possède une répartition par produit similaire à celle des affaires à la date initiale. Cette simplification ne remet pas en cause les conclusions de l'étude.

Ensuite, la projection se fait en écoulant une année de stock, et en rajoutant une année de *New Business*. Toutefois, il ne faut pas oublier de prendre en compte la progression du stock et des affaires nouvelles à travers les coefficients d'évolution du MTP propres à chaque ligne d'activité (épargne euro, épargne UC, retraite euro, retraite UC, etc.). Le détail de ce procédé est présenté par la figure 21 ci-dessous. A noter que pour simplifier la compréhension du lecteur, seuls des coefficients d'évolution relatifs au *New Business* ont été appliqués sur le schéma ci-dessous, le principe étant le même pour le stock. On déduit ensuite les chargements sur encours de chaque GRH à partir des tables de passifs projetées. Par ailleurs, l'hypothèse d'une évolution à hauteur de 15% par an est purement hypothétique pour les besoins de l'exemple.

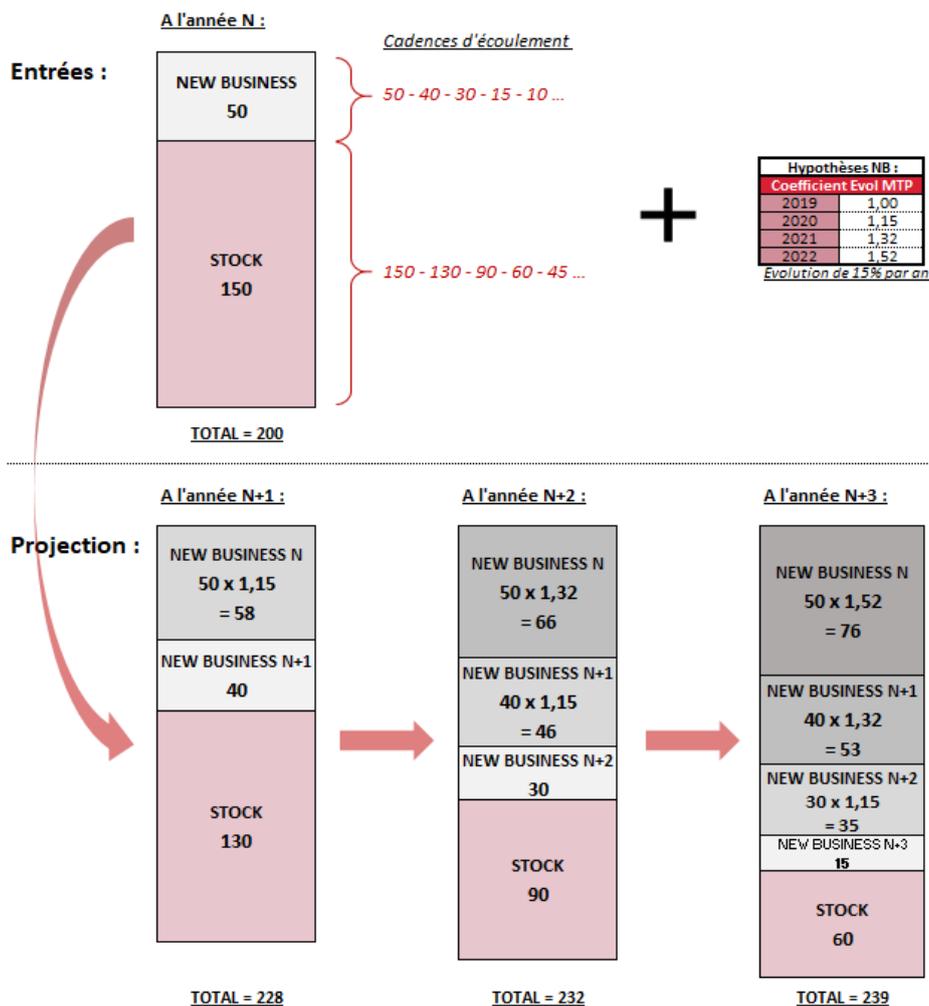


Figure 21 : Exemple de calcul d'une variable pour un GRH

On observe alors un amenuisement de la part du Stock au profit de la part du *New Business* à mesure que les années augmentent. Il est important de remarquer que ce schéma représente la projection d'une seule variable parmi la quarantaine de variables permettant de décrire un GRH. A l'exception d'une variable (en plus des frais de chargement sur encours), ce processus est utilisé pour calculer l'ensemble des variables sur l'ensemble des GRH. En effet, le TMG du GRH est recalculé à chaque année de projection à partir d'autres variables issues du même GRH.

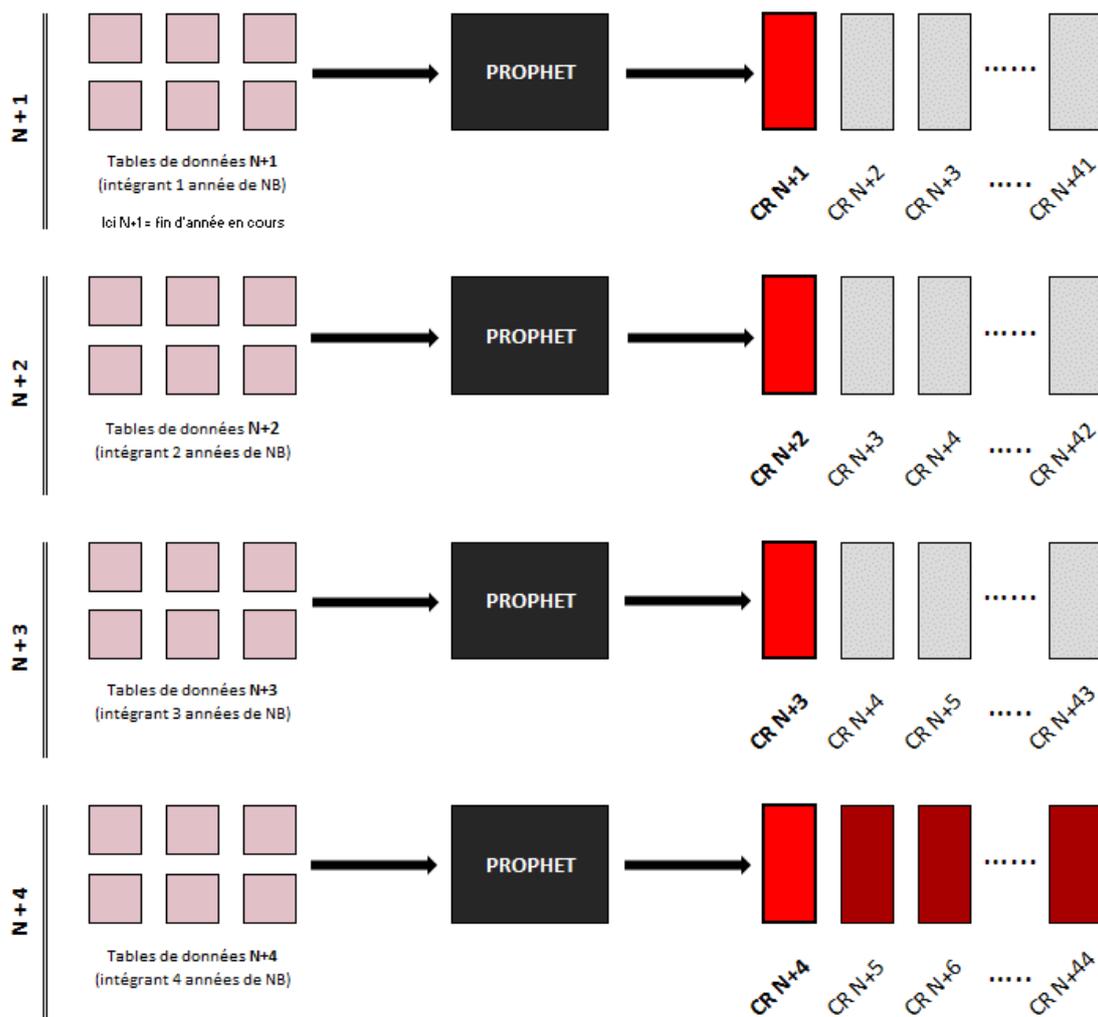
Remarque : il est important de préciser que l'ORSA étant effectué en milieu d'année, on projette dans un premier temps l'ensemble des tables Prophet à la fin de l'année N en cours avant de projeter ces mêmes éléments en N+1, N+2 et N+3.

2.2.3. Etape 2 : Utilisation de Prophet et analyse des résultats

La seconde étape consiste à lancer le modèle ALM avec les tables Prophet vieillies. Dans la mesure où les hypothèses du scénario étudié sont définies lors de la première étape, il n'y a aucune hypothèse à formuler lors de cette étape. Le rôle du modèle ALM se limite donc à fournir les mesures nécessaires à l'évaluation du bilan économique et du capital requis dans le cadre des calculs de la solvabilité. En effet, une fois ces différents indicateurs calculés, il sera possible de réaliser des analyses de sensibilités afin de quantifier la sensibilité du portefeuille par rapport à une ou plusieurs variations techniques ou financières.

Plus concrètement, Prophet permet de projeter sur un horizon de 40 ans le bilan et le compte de résultat de la société étudiée. Cependant, cette projection n'intègre pas les affaires nouvelles. On parle alors de projection en *run off*, modélisant l'écoulement de contrats en stock sur la durée de projection. Or, les affaires nouvelles sont incluses et projetées sur l'horizon du MTP (soit 4 ans) dans les tables de passifs vieillies. On a donc 4 jeux de données intégrant les affaires nouvelles mais Prophet ne peut en considérer qu'un seul à la fois pour produire 40 années de bilans et de comptes de résultats projetés en *run off* correspondant aux simulations secondaires. Ainsi, pour 4 jeux de données, on utilisera quatre fois Prophet, et pour chaque jeu de données, on regardera seulement²¹ le compte de résultat de la première année de projection généré par Prophet car seul ce dernier intègre les hypothèses d'affaires nouvelles. A noter que les 40 années de projection en *run off* obtenues avec les entrées Prophet vieillies en N+4 sont exploitables. De manière plus visuelle, les comptes de résultats (notés « CR » dans le schéma ci-après) analysés sont les suivants :

²¹ On peut également récupérer le *Best Estimate* obtenu (pour rappel, le *Best Estimate* correspond à la valeur actuelle nette des flux de trésorerie futurs)



Sorties Prophet utilisées

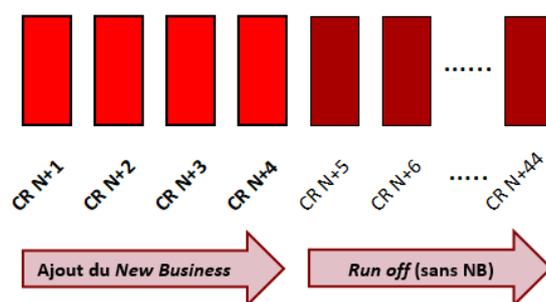


Figure 22 : Illustration des comptes de résultats exploités pour un exercice ORSA

Néanmoins, Prophet est un logiciel complexe qui nécessite une initialisation (appelé le « *Scaling* ») afin de garantir l'adéquation actif-passif²². Omettre cette étape conduirait à des erreurs dans les projections, et les résultats seraient alors inexploitable.

²² Adéquation actif-passif : valeur totale de l'actif = valeur totale du passif (en valeur comptable).

Pour bien comprendre cette notion, il faut avoir en tête que nous projetons dans un premier temps l'actif et le passif à travers des tables de données en utilisant des hypothèses issues du MTP. Or, **ces hypothèses ne garantissent pas l'adéquation actif-passif lors de la projection**. Ainsi, pour pallier ce problème, il faut recalibrer l'actif sur le passif en distinguant les *Model Points* relatifs au fonds Euro et ceux relatifs aux unités de comptes (UC). Cette distinction provient du fait que pour les UC, le risque est porté par l'assuré ce qui implique l'égalité suivante : Actif UC = Passif UC (à l'inverse du fonds Euro, ou le risque est porté par l'assureur). Le procédé, pour le passage de l'année N à N+1 est le suivant :

Pour le périmètre fonds Euro	Pour le périmètre UC													
<ul style="list-style-type: none"> - Dans un premier temps, on charge nos tables projetées à l'année N dans Prophet - On lance le « <i>Run 1</i> » dans Prophet, cette étape permet de mettre en adéquation l'actif et le passif. A l'issue du « <i>Run 1</i> », on obtient un <i>scaling factor</i> (que l'on pourrait traduire par « facteur de mise à l'échelle ». Ce dernier provient du fait que le modèle ne modélise pas les fonds propres mais seulement les provisions techniques). Ce dernier est donné par : $\text{Scaling factor} = \frac{PM + RK}{\text{Actif}}$ Où <i>RK</i> désigne la réserve de capitalisation - Ce <i>scaling factor</i> est ensuite appliqué à tous les Model Points de l'actif relatifs au fonds Euro pour qu'ils soient en adéquation avec le passif représentatif du fonds Euro. - Après ces étapes réalisées (en plus des étapes relatives aux UC détaillées ci-contre), on peut lancer les calculs stochastiques - On réitère ce procédé pour N+1 (et les autres années de projection du MTP) 	<p>Supposons la Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA) pour les <i>Model Points</i> UC A, B et C :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr style="background-color: #f08080;"> <th></th> <th>Année N</th> <th>Année N+1 (Pourcentages obtenus en projetant les Model Points UC des tables d'actifs en appliquant des hypothèses de performances et de nouveaux investissements)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">40%</td> <td style="text-align: center;">43%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td style="text-align: center;">25%</td> <td style="text-align: center;">21%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td style="text-align: center;">35%</td> <td style="text-align: center;">36%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Dans la pratique, la projection des PM à l'année N+1 n'impliquera plus l'égalité comptable :</p> $\text{Actif } UC_{N+1} = \text{Passif } UC_{N+1}$ <p>Pour corriger cela, il faut donc appliquer la SAA N+1, calculée de manière déterministe, au montant de <i>Passif</i> UC_{N+1}.</p> <p>Ce qui se traduirait mathématiquement par :</p> $\text{Actif } UC_{N+1} = MV_{N+1}^A + MV_{N+1}^B + MV_{N+1}^C$ <p>Avec (dans le cadre de notre exemple) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $MV_{N+1}^A = 43\% * \text{Passif } UC_{N+1}$ - $MV_{N+1}^B = 21\% * \text{Passif } UC_{N+1}$ - $MV_{N+1}^C = 36\% * \text{Passif } UC_{N+1}$ <p>On voit alors qu'on retrouve bien l'égalité :</p> $\text{Actif } UC_{N+1} = \text{Passif } UC_{N+1}$ <p>Il faut ensuite réitérer ce procédé pour chaque année de projection.</p>			Année N	Année N+1 (Pourcentages obtenus en projetant les Model Points UC des tables d'actifs en appliquant des hypothèses de performances et de nouveaux investissements)	A	40%	43%	B	25%	21%	C	35%	36%
	Année N	Année N+1 (Pourcentages obtenus en projetant les Model Points UC des tables d'actifs en appliquant des hypothèses de performances et de nouveaux investissements)												
A	40%	43%												
B	25%	21%												
C	35%	36%												

Remarque : le procédé détaillé pour le fonds Euro a, historiquement, toujours été nécessaire pour lancer les calculs stochastiques. Dès lors, aucun développement d'outil n'a été effectué pour établir et appliquer le *Scaling factor* dans Prophet. Pour les UC, il faut bien avoir en tête que le *Scaling factor* ne fait pas sens car on a par définition l'égalité entre l'actif UC et le passif UC. On raisonne alors à travers la Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA), définie pour la première année de projection mais qui évolue à travers les années de projection. Procéder ainsi permet de capter les effets de marché (nouveaux investissements, performances).

2.2.4. Justification de l'approche utilisée et ses limites

L'approche utilisée nous permettra de tirer profit du modèle ALM lors de la réalisation du processus ORSA, ce qui n'est pas directement le cas jusqu'à présent. En effet, l'ORSA est effectué de manière déterministe sur Excel ce qui pose de certaines limites, que nous avons détaillées précédemment. L'approche en deux étapes retenue permet d'appréhender les interactions actif-passif, les effets de convexité des chocs, ainsi que les sensibilités croisées car le modèle ALM simule ces dernières.

La première étape est nécessaire pour appliquer les hypothèses du scénario étudié (ce que l'on ne peut pas faire directement dans le modèle ALM) et nous permet de le faire de manière exhaustive. Par ailleurs, les procédés en amont du processus ORSA se voient inchangés car les hypothèses nécessaires pour sa réalisation restent les mêmes.

La seconde étape présente d'autres avantages en plus d'une meilleure justesse des calculs. En effet, l'entreprise utilise de nombreux outils précis pour exploiter les sorties du modèle ALM. L'utilisation de ces outils apportera une compréhension accrue des sorties du modèle ALM et de l'impact des hypothèses utilisées.

Cependant, cette approche présente plusieurs limites. La première concerne les nouveaux investissements, qui sont concentrés sur un seul model point par type d'actif (type 1, type 2 ou infra). La seconde limite, évoquée précédemment, concerne le recalcul des valeurs de marché des obligations. On constate un écart global de l'ordre de 2%, et certains actifs obligataires, en faible proportion dans le portefeuille obligataire, ne sont pas projetés. Enfin, la dernière limite provient des coefficients d'évolutions du MTP utilisés dans la projection des passifs : ces derniers sont communs pour une même ligne d'activité (on considère 6 lignes d'activités). Or, il y a plus de 140 groupes de risques homogène (GRH), et dans l'idéal, il faudrait des coefficients propres à chaque GRH pour une précision optimale. Le temps d'implémentation de cette solution serait conséquent car cela nécessiterait une analyse pluriannuelle de l'évolution de chaque GRH, c'est pour cette raison que l'approche « macro » par ligne d'activité a été retenue. Enfin, la projection des coefficients d'évolution du *New Business* telle que décrite précédemment présente une limite : chaque nouvelle PM issue des affaires nouvelles possède une répartition par produit similaire à celle des affaires à la date initiale.

Finalement, même si l'implémentation de ce nouveaux procédé ORSA est lourde, elle représente un gain de temps et de connaissances certains à l'avenir.

PARTIE 3 : Pilotage du ratio de solvabilité **et optimisations possibles**

3.1. Préambule à la mise en application du modèle

Dans cette ultime partie, le modèle développé sera mis à l'épreuve sur trois scénarios différents :

- Un scénario de conditions normales d'activités, dit scénario central ;
- Un scénario de baisse des marchés actions ;
- Un scénario de taux bas prolongés.

Les résultats seront analysés sur la période du MTP, c'est à dire 3 ans après la fin de l'année en cours, comme dans le cas d'un véritable exercice ORSA.

A noter que les données et exemples chiffrés sont inspirés des données réelles de l'entité vie de Swiss Life France mais déformées pour préserver la confidentialité. Toutefois, les déformations réalisées sont telles qu'elles ne remettent pas en cause la hiérarchie des résultats.

De plus, pour les scénarios de *stress* (le scénario de taux bas prolongés et le scénario de baisse des marchés actions), l'exercice sera réitéré deux fois :

- Une fois sans actions du *management*, dans lequel on ne considère aucun changement de stratégie de la part du *Top management* suite au choc.
- Une fois avec actions du *management*, dans lequel, on considère des actions de la part du *Top management* suite au choc afin de s'adapter aux nouvelles conditions de marchés.

Enfin, un dernier test sera réalisé en partie 3.5 afin d'éprouver le nouveau modèle sur un choc conjoint. La finalité étant de démontrer – ou non – que le nouveau modèle appréhende de manière plus cohérente les chocs conjoints.

L'objectif de cette dernière partie est double : montrer que le modèle est cohérent en plus de prouver que les limites de l'ancien procédé sont dépassées.

3.1.1. Couple rendement-risque

Avant d'introduire les différents résultats, il est essentiel de clarifier la différence entre rendement et risque. Le rendement met l'accent sur la rentabilité d'une somme investie à l'inverse du capital qui correspond au patrimoine possédé par une société. Afin de transposer cette notion à l'assurance, supposons deux sociétés d'assurances vie fictives :

- La première possède exclusivement des obligations d'Etats à l'actif, ces actifs étant très peu chargés en capital (voire ayant une charge en capital nulle), l'exigence de capital de solvabilité est diminuée (à travers un SCR marché très faible), et donc le ratio S2, pour une quantité de fonds propres réglementaires donné, va être élevé. Cependant, le rendement de l'actif, composé à 100% d'obligations d'états, étant très faible, voire négatif, le premier assureur ne sera pas en capacité de s'aligner sur le marché, les taux servis ne pouvant être élevés.
- Supposons à présent un deuxième assureur, possédant la même ligne d'activité que le premier et le même niveau de fonds propres réglementaires. Ce qui diffère ce second d'assureur du premier, c'est son portefeuille d'actifs, plus diversifié. Certaines classes d'actifs détenues par le second assureur étant plus chargées en capital car plus risquées (actions et immobilier notamment), l'exigence de capital de solvabilité va être plus élevée que pour le premier assureur, et donc son ratio S2 sera inférieur à celui du premier assureur. En revanche, le

rendement de l'actif du second assureur sera plus élevé, et il pourra donc servir des taux plus attractifs et donc s'aligner sur le marché.

Dans cet exemple, le premier assureur cherche le risque minimal pour une solidité financière – et donc un capital – maximal quitte à rogner sur le rendement et rencontrer des difficultés à se placer sur le marché à long terme. A l'inverse, le second assureur a une approche axée sur le rendement, présentant ainsi un ratio S2 plus faible, mais une capacité à capter le marché accrue. Toutefois, la solvabilité du second assureur pourrait être mise à mal en cas de choc majeur sur les marchés financiers. En pratique, il convient aux assureurs d'étudier de près le couple rendement-risque afin qu'il soit en phase avec leur appétence aux risques.

Afin d'illustrer ce propos, le graphique ci-dessous propose une illustration du couple rendement-risque dans le référentiel S2 à travers les diverses classes d'actifs les plus majoritairement présentes dans les portefeuilles des assureurs. Pour les obligations d'états (OAT et BUND), il est essentiel de garder en mémoire que les coupons versés (et donc leur rentabilité) dépendent du niveau de taux au moment de l'achat. Par conséquent, la situation de taux bas prolongés a mis sous pression les rendements des obligations d'états, obligeant les assureurs à se tourner vers des placements plus risqués possédant une espérance de rendement plus élevée (et donc, ayant une charge en capital plus élevée). Immobilier et actions sont basées sur une vision normative de la prime de risque.



Figure 23 : Charge en capital et rendement de certains actifs financiers

Dans le cadre de ce mémoire, l'accent étant mis sur le besoin en capital (en particulier pour les scénarios de taux), il se peut que l'on soit amené à choisir des stratégies qui ne sont pas les plus rentables à long terme. Néanmoins, pour mettre en application le modèle avec le plus de justesse possible, il est nécessaire de définir diverses actions que le *Top Management* pourrait mettre en œuvre en cas de besoin en capital imminent. En voici quelques exemples :

- « Stop Re-risking » : consiste à ne pas exécuter entièrement le programme d'investissement en actifs risqués, et donc plus chargés en capital (actions/immobilier). Pour rappel, ces actifs ayant un coût en capital élevé, ils vont mécaniquement augmenter le SCR, et donc diminuer le ratio S2 ;
- Ne pas distribuer de dividendes ;

- « De-risking » : vente d'action et/ou achat d'options²³ ;
- Pilotage du gap de duration : dans le cas d'une baisse des taux, il faudra « rallonger l'actif » (comprendre : augmenter la duration de l'actif) pour contenir le gap de duration. Toutefois, il faut noter que les réinvestissements se feront à des rendements plus faibles ce qui peut être pénalisant sur le long terme ou dans le cas d'une hausse des taux (et qui conduirait à avoir ces produits en moins-values latentes). Cela illustre l'intérêt d'aller au-delà d'une cible sur gap de duration, et de piloter la convexité.

Dans les différents scénarios étudiés, la seule action du *Management* considérée sera la vente ou l'achat de différents actifs financiers.

3.1.2. Méthode de calcul du SCR marché

Le SCR marché fera l'objet d'une analyse approfondie dans cette partie. Il est donc important de définir clairement les variables analysées sans pour autant rentrer dans le détail de l'approche modulaire. Pour chacun des scénarios, nous regarderons les SCR de marchés bruts et nets d'absorption par les passifs. Effectivement, la directive Européenne Solvabilité II prévoit une prise en compte des absorptions par le passif des pertes subies à l'actif, permettant ainsi de diminuer le montant de capital à immobiliser pour un risque. Précisément, il existe deux types d'absorptions :

- La première, l'**absorption par les impôts différés**, définie à l'article 207 du règlement délégué UE 2015/35, permet de prendre en compte deux composantes :
 - o la diminution des impôts que paiera l'assureur à la suite d'un choc bicentenaire qui aurait un impact majeur (et négatif) sur son bilan ;
 - o L'impôt différé d'actif net d'impôt différé de passif. Cette composante résulte du bilan en vision économique.

Cette absorption ne fera pas l'objet d'analyses dans le cadre de ce mémoire.

- La seconde est propre aux activités d'assurance comportant un mécanisme de participation aux bénéfices et fera l'objet d'analyses dans cette partie. Il s'agit de l'**absorption par les provisions techniques** et est définie à l'article 206 du règlement délégué UE 2015/35. Cette dernière permet la prise en compte d'une moindre distribution de la participation aux bénéfices à la suite d'un choc bicentenaire.

Concrètement, pour établir le SCR d'un risque i , il faut établir deux bilans économiques, un en conditions normales d'activité – dit « central » – et un en conditions de *stress* – dit « choqué » – afin de déterminer la *Net Asset Value* (NAV) de chaque bilan. Ce qui nous permettra ensuite de déterminer les SCR bruts et nets d'absorption.

Notons, pour le scénario central : $NAV_0 = A_0 - BEG_0$ où A_0 correspond à l'actif en valeur de marché pour le scénario central en $t=0$ et BEG_0 au *Best Estimate Garanti* se rapportant à l'engagement de l'assureur sur les taux minimum garantis sans prise en compte de la participation aux bénéfices.

De manière équivalente, on considère pour le scénario choqué l'égalité :

$$NAV_{choc} = A_{choc} - BEG_{choc}$$

²³ Même si les options sont chargées en capital, elles permettent d'absorber les chocs de marché. L'impact global sur la solvabilité de l'assureur est donc positif.

Dès lors, pour un risque i , le SCR brut, noté $bSCR_i$, est donné par :

$$bSCR_i = NAV_0 - NAV_{choc}$$

$$bSCR_i = (A_0 - BEG_0) - (A_{choc} - BEG_{choc})$$

Par hypothèse, la participation aux bénéfices n'est pas versée en cas de choc. Or, BEG_0 et BEG_{choc} ne prennent pas en compte le mécanisme de PB, en pratique, on a $BEG_0 = BEG_{choc} + \varepsilon$ avec $\varepsilon > 0$. ε traduit en réalité des effets de modèles suite à la modification des actifs en $t=0$ (rachats dynamiques par exemple) modifiant la durée des contrats (à la hausse ou à la baisse). Mais dans le cadre de l'exemple on peut le considérer nul pour illustration. Ainsi $BEG_0 = BEG_{choc}$ et donc :

$$bSCR_i = A_0 - A_{choc}$$

Ensuite, le SCR net s'obtient en prenant en compte le mécanisme de participation aux bénéfices. Les formules de la *Net Asset Value* deviennent donc :

- Pour le scénario central : $NAV_0 = A_0 - BE_0$
- Pour le scénario choqué : $NAV_{choc} = A_{choc} - BE_{choc}$

Telles que : $BE_0 \geq BE_{choc}$.

Dès lors, pour un risque i , le SCR brut, noté $nSCR_i$, est donné par :

$$nSCR_i = (A_0 - BE_0) - (A_{choc} - BE_{choc})$$

Enfin, le taux d'absorption est déterminé par la formule suivante :

$$\text{taux d'absorption}_{SCR_i} = 1 - \frac{nSCR_i}{bSCR_i}$$

Dernier point, l'analyse du SCR marché a été préférée à l'analyse du SCR « global » car génère moins de contraintes opérationnelles tout en permettant d'exposer certaines problématiques de la gestion actif-passif, notamment à travers le mécanisme d'absorptions par les provisions techniques. Par ailleurs le SCR marché est la composante principale de SCR pour les assureurs vie. De plus, les SCR couvrant le risque de change et de concentration ne seront pas analysés compte tenu de leurs faibles poids dans le SCR marché de l'entité étudiée. Enfin, les SCR taux bruts d'absorption sont exclus de l'analyse car ces derniers ne considèrent que le TMG sans mécanisme de PB ce qui ne fait pas sens dans notre cas. Toutefois, il faut noter que le test de FDB (*Future Discretionary Benefits*, en français : prestations discrétionnaires futures²⁴) n'est pas recalculé à chaque pas de temps compte tenu fait que nous ne recalculons pas les SCR brut. Il est donc considéré que l'entité n'est pas plafonnée par l'absorption par les provisions techniques. Ce choix est motivé par la marge nécessaire et le fait que la baisse des TMG libère de la participation aux bénéfices additionnelle, augmentant *de facto* le plafond de la FDB.

²⁴ Les FDB correspondent à l'ensemble des prestations discrétionnaires futures. Conformément à l'article 206 du règlement délégué UE 2015/35, la capacité d'absorption à considérer est le minimum entre la différence entre le BSCR (global) et le nBSCR (global) et les FDB et ce minimum ne doit pas être inférieur à 0. Dans le cadre de ce mémoire, on considère que le terme correspondant à ce minimum est la différence entre le BSCR et le nBSCR, les FDB étant nettement supérieurs à la résultante de cette différence.

3.1.3. Introduction à la notion de valeur économique du portefeuille acquis

La seconde grandeur qui fera l'objet d'analyses est la *Present Value of Future Profits* (PVFP), qui peut se traduire par « valeur actuelle des profits futurs » générée par le portefeuille de contrats en vigueur.

En plus de correspondre à la richesse future de l'assureur, la PVFP fait également parti des fonds propres économiques de la société, d'où l'intérêt porté à cette métrique.

La PVFP est donnée par la formule suivante :

$$PVFP = \sum_i^n \frac{R_i}{(1+r)^i}$$

Avec :

- n le nombre d'années de projection du modèle ALM (40 années dans le cadre de ce mémoire)
- r le taux d'intérêt sans risque
- R_i le résultat de l'année i

Précisément, le résultat de l'année i , R_i , est défini par :

$$R_i = Primes_i + Produits\ financiers_i - Prestations_i - Frais_i - Commissions_i \pm Divers_i$$

3.1.4. Réflexion autour de la projection des passifs

Nous allons à présent mettre en application le modèle développé. Pour cela, nous allons reproduire trois des scénarios étudiés pour l'exercice ORSA 2020²⁵. Ces scénarios sont construits de façon à fournir une vision globale du marché et sont calibrés à l'aide de jugements d'experts. Le premier est un scénario central, avec des hypothèses réalistes – mais déformées pour des raisons de confidentialité – quant à l'évolution de la société en date du 30/06/2020. Le second est un scénario de choc des marchés actions, dans lequel on considère une baisse soudaine des marchés actions survenant lors de la première année de projection. Enfin, le dernier scénario est un scénario bien connu des assureurs vie : un scénario de taux bas persistants qui consiste en une baisse des taux, suivi d'un maintien du niveau de taux au niveau atteint suite à la baisse.

Cependant, un tel niveau de détail dans les hypothèses de projection de passifs n'était pas requis pour l'ancien processus ORSA compte tenu de la modélisation simplifiée. Les coefficients d'évolution du MTP (*Mid-Term Planning*) représentant les évolutions du stock et du *New Business*, on peut s'attendre à un impact sur ces derniers en cas de modification du niveau de taux d'intérêt. Par exemple une hausse soudaine des taux entraînerait de nombreux rachats sur les contrats en stock (dans l'hypothèse où la loi Sapin II n'est pas appliquée), et si le rendement du fonds Euro arrive à suivre le niveau des taux, la part UC sur affaires nouvelles se verrait diminuée au profit du fonds Euro. A l'inverse, si les taux bas venaient à persister, on peut s'attendre à un désintérêt progressif pour le fonds Euro au profit

²⁵ A noter que l'ORSA 2020 a été effectué avec les chiffres en date du 30/06/2020, à savoir après le premier confinement national à la suite de l'émergence de la pandémie de Covid-19.

des supports en unités de comptes sur les contrats en stock, et de la même manière, on observerait une part UC plus élevée sur les affaires nouvelles.

Dans le cadre d'un exercice ORSA, on peut utiliser les coefficients d'évolution du MTP pour projeter les tables de passifs. Ces derniers détaillent le niveau de stock et de *New Business* attendus à horizon 4 ans pour chaque scénario et pour chaque périmètre (épargne euro, épargne UC, retraite euro, retraite UC, assurance emprunteur et prévoyance).

Toutefois, les hypothèses de projection de passifs utilisées dans le cadre de ce mémoire sont – à l'exception des hypothèses de projection de la PM UC, calibrées sur les hypothèses à l'actif – celles du scénario central, et ce quel que soit le scénario étudié. Il a en effet été décidé de mettre l'accent sur les limites identifiées en seconde partie de ce mémoire (voir partie 2.1), et donc de ne pas faire interférer les effets de nouvelles hypothèses techniques (développement commercial, rachat partiel ...) au niveau des passifs avec les hypothèses à l'actif, qui varient d'un scénario à l'autre afin de faciliter l'analyse.

3.2. Mise en application du modèle sur le scénario central

3.2.1. Rationnel du scénario

Le scénario central correspond au scénario de référence pour l'environnement financier observé en 2020. Dans ce scénario, la reprise en « U » se poursuit après une récession profonde déclenchée par les mesures d'endiguement de la pandémie de Covid-19 à travers le monde. Ce scénario prévoit un retour aux niveaux de fin 2019 au plus tôt en fin 2020.

Il est prévu une hausse de la production sur l'horizon de projection. La rentabilité des produits devrait se maintenir à un bon niveau, bénéficiant d'une part en unités de compte toujours élevée, de l'amélioration de la situation économique notamment du fait de la hausse des taux d'intérêt, et ce, malgré un impact négatif lié à un « re-risking²⁶ » de l'actif pour soutenir la marge financière. En effet, le niveau actuel de marge financière pourrait être contraint à moyen terme par la règle de participation aux bénéfices minimale (« PB minimum »). Par construction, cette évolution est déjà reflétée dans les scénarios stochastiques utilisés pour l'évaluation du Best Estimate.

3.2.2. Analyse des résultats obtenus pour le scénario central

Pour rappel, les sorties du modèle de projection stochastique (Prophet) servant de base à l'analyse réalisée dans cette partie sont celles présentées en figure 22 (cf. partie 2.2.3 de ce mémoire). En d'autres termes, pour l'exercice ORSA réalisé au Q2 2020, les situations présentées sont les suivantes :

	Date de situation	Type de projection
N+1	31/12/2020	<i>Avec New Business</i>
N+2	31/12/2021	<i>Avec New Business</i>
N+3	31/12/2022	<i>Avec New Business</i>
N+4	31/12/2023	<i>Avec New Business</i>
N+5	31/12/2024	<i>Run off</i>
⋮	⋮	⋮
N+10	31/12/2030	<i>Run off</i>

L'analyse des résultats obtenus pour le scénario central sera décomposée en trois sous-parties. Nous introduirons dans un premier temps les différentes participations aux bénéfices modélisées dans modèle de projection stochastique. Dans un second temps, différentes variables du compte de résultat projetées sur 10 ans seront présentées et analysées. Dans un troisième et dernier temps, nous allons comparer le SCR marché obtenu via Prophet avec celui qui aurait été calculé par l'ancien procédé.

²⁶ Re-risking : investissement modéré dans des actifs plus chargés en capital (i.e. qui ont un choc S2 plus élevé, mais qui génèrent une espérance de gain plus élevée) afin de soutenir la marge financière.

Mécanisme de participation aux bénéfices

Le modèle de projection stochastique permet de modéliser les différentes Participations aux Bénéfices (PB) présentées en partie 1.1.3 de ce mémoire. Pour rappel, elles sont au nombre de trois :

- La PB minimum règlementaire, constituée d'au moins 85% du résultat financier, de 90% du résultat technique et de 100% du solde de réassurance.
- La PB contractuelle, que l'assureur se doit de verser en plus du Taux Minimum Garanti (TMG).
- La PB discrétionnaire, distribuée sur certains contrats pour les rendre plus attractifs.

A chaque année de projection, la PB la plus élevée est retenue, puis distribuée selon un mécanisme bien défini dans Prophet. En effet, une modélisation de la Provision pour Participation aux Bénéfices (PPB) est effectuée, et toute dotation de cette dernière est reprise totalement à l'issue d'une période de 8 ans maximum. La règle de dotation ou de reprise de la PPB dépend d'un taux cible défini chaque année en fonction de données financières et techniques jugées pertinentes par la société. Dès lors, si le taux de PB distribuée est supérieur du taux cible, la PPB est dotée de la différence. A l'inverse, si le taux de PB distribuée est inférieur au taux cible, la PPB est reprise (dans la limite de son solde) afin d'atteindre ou d'approcher le taux cible.

Ce principe est illustré à travers le graphique suivant, présentant par la même occasion la PB distribuée et la variation de la PPB des 4 années de projections du *Mid-Term Planning* (MTP) :

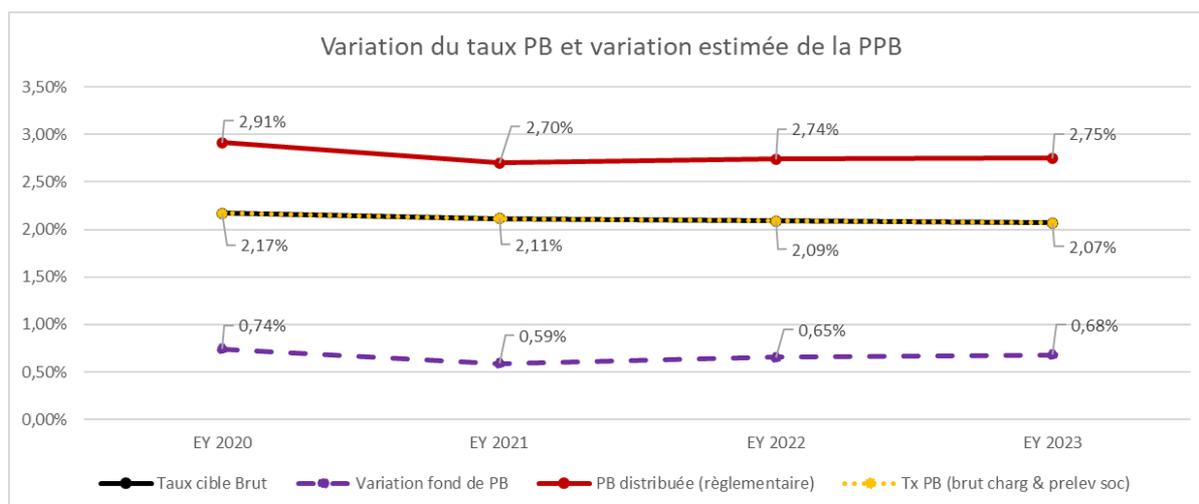


Figure 24 : PB distribuée et variation estimée de la PPB pour le scénario central

Pour le scénario central, on remarque que la PB distribuée correspond à la PB règlementaire et qu'elle est toujours supérieure au taux cible, générant alors une dotation de la PPB. Dans les faits, si la situation avait été défavorable au point que l'assureur ne puisse pas atteindre son objectif de marge financière, il est possible de reprendre une partie du fonds de PB pour servir la PB tout en assurant un niveau de marge financière en conformité avec les objectifs fixés. Le bon niveau de la PB règlementaire s'explique par une pondération importante du résultat financier dans son calcul, ce dernier étant soutenu par un Taux de Rendement actuariel de l'Actif (TRA) supérieur à 3% sur les 4 années de projection. Ce graphique permet par ailleurs d'illustrer le double objectif de la PPB présenté en partie 1.1.3 de ce mémoire : lisser le résultat tout en réduisant la volatilité des taux servis aux assurés.

Projection des comptes de résultats : analyse sur la période du MTP

Nous allons à présent analyser les différentes variables introduites en partie 2 de ce mémoire, en particulier le TRA et le Taux Minimum Garanti (TMG) en plus des variables introduites ci-dessus, sur un horizon de projection plus long. Pour rappel, seules les situations à fin d'année 2020 (EY 2020) jusqu'à fin d'année 2023 (EY 2023) correspondent à la période du MTP et intègrent les affaires nouvelles. Au-delà, le reste de la projection se fait en *run off*, c'est à dire sans considération de nouvelles souscriptions. Cette partie couvre la période du MTP.

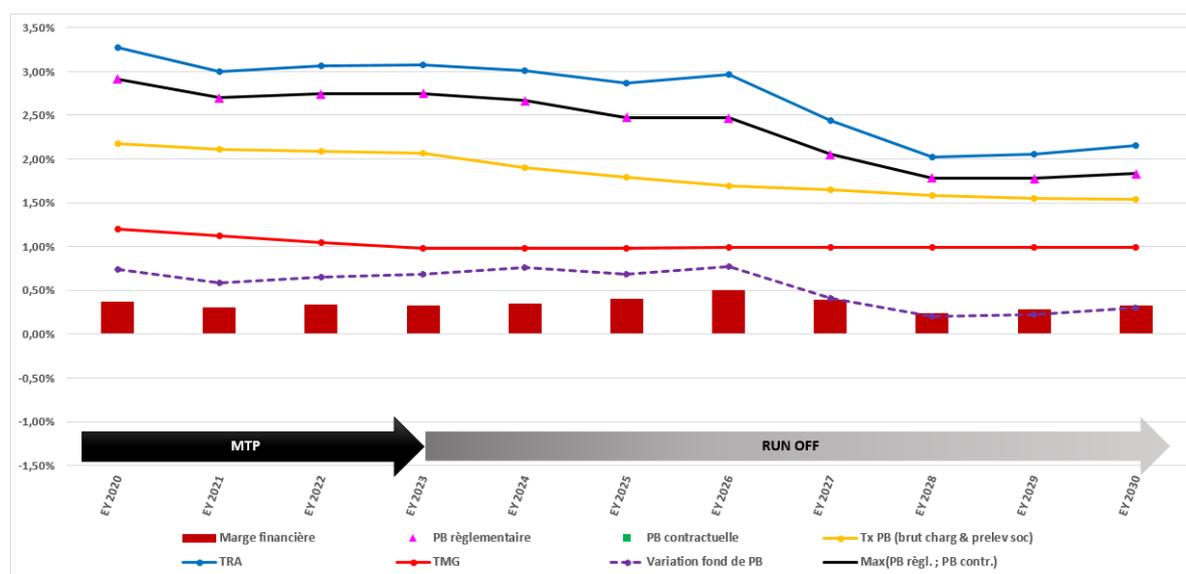


Figure 25 : Projection de certaines variables du compte de résultat sur 10 ans.

Commençons par la composante la plus marquante de ce graphique : le TMG. Comme présenté et attendu en partie 2.1.2 de ce mémoire, on observe bien une baisse du TMG moyen à mesure que les années passent. Par ailleurs, cette baisse est plus marquée sur les quatre premières années de projection. En effet, les quatre premières années de projection intègrent les affaires nouvelles, et en multipliant le taux de croissance avec le TMG moyen sur les affaires nouvelles, on peut estimer – toutes choses étant égales par ailleurs – une dilution du TMG moyen étant donné la prise en compte des affaires nouvelles avec un TMG plus faible. Par ailleurs, voici les résultats obtenus si on compare cette estimation aux TMG projetés par Prophet :

	EY 2020	EY 2021	EY 2022	EY 2023
TMG Prophet	1,20%	1,13%	1,04%	0,98%
TMG recalculé	1,20%	1,11%	1,04%	0,96%

L'écart entre les TMG sortis par Prophet et l'estimation peut s'expliquer par les lois de rachats structurels (correspondant aux rachats observés de manière récurrente dans le temps) et dynamiques (qui, à l'inverse, correspondent aux rachats survenant ponctuellement suite à un événement de marché) modélisées dans Prophet venant déformer le TMG du stock (contrairement à l'estimation qui ne considère aucun rachat, et par conséquent aucune déformation du TMG du stock).

Intéressons-nous désormais à la marge financière. Cette dernière correspond à la différence entre le TRA et le taux servi aux assurés. Si la différence entre ces deux composantes est supérieure au taux cible défini à chaque année de projection, alors on dote la PPB. Dans le cadre des scénarios étudiés, la

PPB est toujours dotée sur la période étudiée, et on peut donc considérer que la marge financière correspond à la différence entre le TRA et le maximum entre les PB règlementaire, contractuelle et discrétionnaire. Etant donné que seule la PB règlementaire est distribuée sur la période étudiée, il ne sera question que de cette dernière dans la suite de l'analyse. Ainsi, la marge financière de l'année K se calcule simplement comme suit :

$$\text{Marge financière}_K = \text{TRA}_K - \text{PB règlementaire}_K$$

Ainsi, sur la figure 25 ci-dessus, plus les courbes du TRA et de la PB règlementaire sont resserrées, moins grande sera la marge financière.

Regardons dans un premier temps l'évolution des deux composantes de la marge financière.

Commençons par le TRA. Sur la période du MTP, on observe une forte baisse au cours de l'année 2021. En regardant le détail des comptes de résultats, on constate que la société enregistre une forte baisse des plus-values actions cette même année. D'autres facteurs peuvent par ailleurs expliquer cette baisse, comme le remboursement d'obligations à taux de coupons élevé.

C'est donc sans surprise que la courbe de la PB règlementaire suit une évolution très similaire à celle du TRA. En effet, nous avons vu dans la sous-partie précédente introduisant le mécanisme de participation aux bénéfices de Prophet que le résultat financier est prépondérant dans son calcul.

Enfin, on remarque que le niveau de marge financière est jugé suffisant car on constate une dotation de la PPB sur chaque année de projection du MTP.

Projection des comptes de résultats : analyse sur la période en run off

Poursuivons l'analyse sur la période en *run off* (à partir de EY 2024). c'est à dire sans considération de nouvelles souscriptions. Reprenons le graphique précédent :

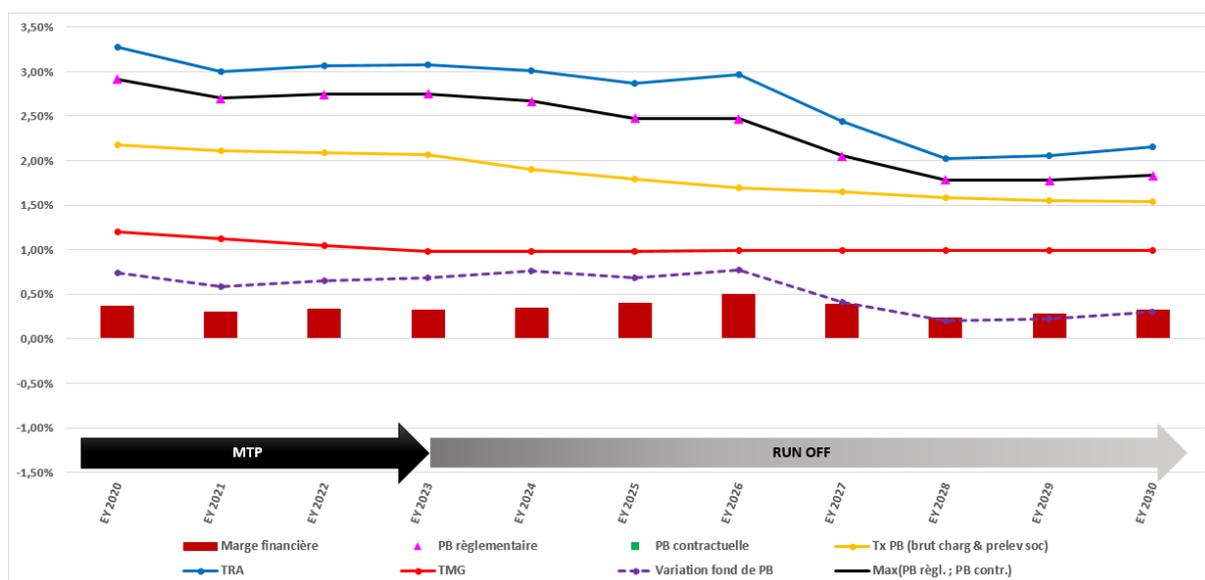


Figure 25 : Projection de certaines variables du compte de résultat sur 10 ans.

Sur la période en *run off*, on remarque que le TMG enregistre très peu de variations avant d'amorcer une baisse à la dernière année. Cette baisse – qui se confirme à partir de EY 2032, bien qu'on ne puisse

pas le voir sur la figure 25 – est générée par la sortie progressive des contrats les plus anciens du stock, présentant des garanties de TMG calibrées sur un environnement de taux nettement plus élevé que l'environnement actuel.

On observe également que la baisse du taux de PB brut de charges et de prélèvements sociaux est lissée au cours du temps. Pourtant, la forte baisse du TRA survenant aux années 2026 et 2027 vient impacter le taux de PB réglementaire, réduisant significativement la marge financière. De plus, même si le TRA tel que présenté dans le graphique ne permet pas de le mettre en exergue, on constate une baisse des revenus obligataires d'année en année, traduisant le réinvestissement à taux plus faibles des coupons détachés et des obligations arrivant à échéance.

Les résultats des 10 premières années étant bons, la PPB est dotée mais l'assureur a l'obligation de redistribuer toute dotation à l'issue d'une période de 8 ans maximum. Enfin, bien que la figure 25 ne permet pas de l'observer par souci de lisibilité, la PPB est progressivement liquidé jusqu'à la fin de la projection, ce qui permet de maintenir le montant de PB créditée sans rogner la marge financière.

Focus sur le SCR marché

Pour clôturer cette partie, nous nous intéresserons désormais aux SCR marché générés par Prophet et l'ancien processus sur la période de projection du MTP. Regardons dans un premier temps, l'évolution du SCR marché généré par Prophet :

	N+1	N+2	N+3	N+4
	Prophet	Prophet	Prophet	Prophet
net SCR Market	1 303,5	1 390,0	1 489,6	1 520,3
Taux	94,2	106,9	108,0	114,6
Action	366,0	493,4	635,5	709,8
Immobilier	522,1	500,8	490,1	469,0
Spread	490,0	461,6	426,7	391,5

	N+1	N+2	N+3	N+4
	Prophet	Prophet	Prophet	Prophet
brut SCR Market	2 297,7	2 564,2	2 874,6	3 101,2
Taux	65,8	72,1	75,4	77,6
Action	625,6	862,5	1 138,7	1 343,1
Immobilier	829,3	849,9	905,1	930,0
Spread	995,5	1 012,2	1 032,5	1 037,4

Absorptions euro	N+1	N+2	N+3	N+4
Immobilier	43%	47%	52%	57%
Actions type 1	49%	52%	57%	60%
Actions type 2 (hors Infra)	74%	72%	76%	79%
Infra	78%	76%	75%	76%
Spread	54%	58%	63%	67%
Taux	65%	66%	67%	69%

Figure 26 : SCR marché et absorptions pour le scénario central

On constate une hausse des SCR bruts et nets à mesure que la projection avance, ce qui est cohérent au regard des nouveaux investissements, en lien avec les hypothèses de hausse de production au cours du MTP, effectués chaque année. De même, les taux d'absorptions sont tous en hausse (sauf sur les investissements en sociétés ou projets d'infrastructure). Il y a plusieurs effets sous-jacents :

- Pour les absorptions sur les actifs immobiliers et les actions type 1 et type 2, la hausse s'explique par les conditions de marché favorables qui sont partiellement compensées par les nouveaux investissements (améliorant de fait les absorptions).
- Autre fait pouvant expliquer la hausse généralisée des absorptions : la baisse du TMG. En effet, cette baisse génère moins de contraintes en termes de taux garantis, ce qui offre à l'assureur plus de marge entre la PB versée et le TMG. Cette marge (plus importante) est alors consommée dans les scénarios stochastiques de choc, ce qui est matérialisé par une hausse de l'absorption.

- Toutefois, la baisse du TRA, censée dégrader les absorptions, est assez peu ressentie. On peut supposer que cette baisse est compensée par les hypothèses de taux considérés en hausse²⁷.

Comparons à présent ces résultats avec ce qui est obtenu en utilisant l'ancien modèle (colonnes ayant pour en-têtes « ORSA ») dans les tableaux ci-dessous, avec les mêmes hypothèses :

	N+1		N+2		N+3		N+4	
	ORSA	Prophet	ORSA	Prophet	ORSA	Prophet	ORSA	Prophet
net SCR Market	1 219,9	1 303,5	1 303,3	1 390,0	1 434,1	1 489,6	1 483,9	1 520,3
Taux	65,9	94,2	66,0	106,9	68,0	108,0	71,4	114,6
Action	359,8	366,0	477,3	493,4	576,6	635,5	601,7	709,8
Immobilier	481,3	522,1	483,9	500,8	507,9	490,1	511,6	469,0
Spread	459,9	490,0	423,3	461,6	437,9	426,7	459,3	391,5

	2 343,0	2 297,7	2 496,3	2 564,2	2 744,5	2 874,6	2 964,2	3 101,2
brut SCR Market								
Taux	57,3	103,8	57,3	128,1	58,0	75,4	61,1	71,8
Action	679,0	625,6	886,8	862,5	1 046,3	1 138,7	1 159,0	1 343,1
Immobilier	859,9	829,3	877,7	849,9	926,7	905,1	959,7	930,0
Spread	1 000,9	995,5	933,3	1 012,2	990,5	1 032,5	1 079,6	1 037,4

Absorptions euro								
Immobilier	45%	43%	46%	47%	46%	52%	48%	57%
Actions type 1	63%	49%	61%	52%	60%	57%	64%	60%
Actions type 2 (hors Infra)	67%	74%	69%	72%	71%	76%	75%	79%
Infra	83%	78%	81%	76%	77%	75%	82%	76%
Spread	55%	54%	56%	58%	58%	63%	59%	67%
Taux	66%	66%	66%	66%	67%	67%	68%	69%

Figure 27 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus avec l'ancien processus (colonnes "ORSA") et le moteur ALM (colonnes "Prophet")

On constate que les nSCR sont, à chaque année de projection du MTP, plus élevés dans Prophet que dans l'ORSA. Cela s'explique par le fait que Prophet modélise plus finement les interactions actifs-passifs. Parmi ces interactions, il y a deux effets principaux qui s'opposent :

- La baisse du TMG, qui vient diminuer le nSCR
- La baisse du TRA, qui vient augmenter le nSCR (qui semble avoir un impact majoritaire, expliquant pourquoi les nSCR calculés dans Prophet sont plus élevés)

Les absorptions de l'ancien processus n'évoluent pas de manière aussi marquée que dans Prophet. Et pour cause, dans l'ancien processus, les sensibilités des SCR sont basées sur des sensibilités déterminées au moment de l'exercice, qui sont fait à un niveau de TRA, de TMG et d'environnement économique maintenus constants. A l'inverse, Prophet recalcule à chaque année de projection un SCR brut et net pour chaque risque, permettant de déduire les absorptions. De fait, l'ancien processus ORSA ne capte pas précisément l'évolution de la structure de l'actif. Toutefois, dans Prophet, les actifs risqués en stock continuent à générer de la plus-value (conformément aux hypothèses du scénario central), ce qui vient compenser la dilution de la plus-value latente générée par les nouveaux investissements.

²⁷ L'impact du TRA est limité dans un univers risque neutre dans lequel les actifs obligataires rapportent le taux sans risque et sont réinvestis aux taux actuariels.

3.3. Mise en application du modèle pour un scénario de baisse des marchés actions

3.3.1. Rationnel du scénario

Le rationnel du scénario de baisse des marchés actions est identique au scénario central à la seule différence qu'on suppose un choc financier survenant au cours de l'année 2021 (N+1) générant une baisse de 30% des marchés actions, suivie d'une baisse de la performance des actifs risqués sur les années suivantes (sans pour autant impacter les perspectives de croissance de la société). Les performances des actions sont d'ailleurs considérées quasi-nulles voire nulles pour les années 2022 et 2023. On considère par ailleurs deux jeux de résultats :

- Un premier **sans actions du management**, conservant les hypothèses d'investissements du scénario central indifféremment de la baisse des marchés actions.
- Un second **avec actions du management**, modifiant la Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA) en redirigeant 50% des investissements prévus sur des actions type 1 et des sociétés ou projets d'infrastructures vers des OPCVM obligataires.

A noter que le Dampener est recalculé à chaque année de projection du MTP conformément à ce qui est présenté en **Annexe A**.

3.3.2. Analyse des résultats obtenus pour le scénario de baisse des marchés actions sans *management rules*

L'impact du choc des marchés sera analysé à travers l'évolution de la PVFP et du SCR marché sur les 4 années de projection du MTP. Les résultats obtenus pour le scénario de choc des marchés actions seront comparés à ceux obtenus pour le scénario central (avec Prophet, voir partie 3.2 de ce mémoire).

Etude de la PVFP

La métrique étudiée pour quantifier l'ampleur du choc des marchés sur les fonds propres réglementaires de l'assureur est la PVFP. Par rapport au scénario central, on attend une forte baisse du TRA, mettant sous tension la capacité de l'assureur à servir les TMG, impactant alors négativement ses fonds propres réglementaires.

	PVFP		
	EQ -30%	Central	Delta
N	963	963	0
N+1	904	1 103	-199
N+2	1 047	1 296	-249
N+3	1 492	1 835	-343
N+4	1 733	2 152	-420

Figure 28 : Synthèse des PVFP obtenues pour les scénarios de choc des marchés et central

On constate une dégradation continue de la PVFP suite au choc des marchés actions qui a pour effet de dégrader le résultat financier à travers une baisse des produits financiers en N+1. Par ailleurs, la PVFP continue à se dégrader sur les années suivantes car la sous-performance des marchés actions sur les années suivantes ne permet pas de reconstituer la perte subie en N+1. De plus, dans les scénarios extrêmes défavorables (simulés dans Prophet), l'assureur sera amené à puiser dans ses fonds propres réglementaires pour servir les TMG, diminuant de fait la PVFP.

Etude du SCR Marché

Regardons à présent les impacts des conditions de marchés défavorables sur le SCR marché. Pour cela une comparaison est effectuée entre les SCR marchés obtenus pour le scénario étudié et le scénario central (résultats obtenus avec Prophet).

	N+1		N+2		N+3		N+4	
	Prophet - central	Prophet						
net SCR Market	1 303,5	1 394,8	1 390,0	1 466,7	1 489,6	1 512,1	1 520,3	1 600,0
Taux	94,2	79,9	106,9	87,7	108,0	89,0	114,6	92,3
Action	366,0	245,0	493,4	339,3	635,5	405,2	709,8	532,9
Immobilier	522,1	649,8	500,8	644,0	490,1	650,1	469,0	640,4
Spread	490,0	608,3	461,6	589,5	426,7	560,5	391,5	528,1

	2 297,7	2 096,0	2 564,2	2 276,5	2 874,6	2 447,5	3 101,2	2 670,0
brut SCR Market								
Taux	103,8	101,0	122,1	111,5	75,4	64,8	71,8	57,3
Action	625,6	391,3	862,5	534,1	1 138,7	661,3	1 343,1	871,5
Immobilier	829,3	847,1	849,9	872,1	905,1	932,2	930,0	958,0
Spread	995,5	1 007,7	1 012,2	1 027,8	1 032,5	1 049,9	1 037,4	1 053,5

Absorptions euro

Immobilier	43%	28%	47%	31%	52%	35%	57%	39%
Actions type 1	49%	43%	52%	40%	57%	47%	60%	49%
Actions type 2 (hors Infra)	74%	61%	72%	60%	76%	66%	79%	70%
Infra	78%	62%	76%	56%	75%	55%	76%	53%
Spread	54%	42%	58%	45%	63%	49%	67%	53%
Taux	66%	66%	65%	66%	67%	67%	69%	69%

Figure 29 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus pour le scénario de choc des marchés actions (colonnes "Prophet") et le scénario central (colonnes "Prophet - central")

On observe qu'à la suite du choc des marchés actions, les bSCR (« brut SCR Market » sur les tableaux ci-dessus) sont moins élevés que sur le scénario central. Ceci est expliqué par la forte baisse du bSCR action, utilisant la valeur de marché des actions (diminuée de 30% suite au choc). A l'inverse, les nSCR (« net SCR Market » sur les tableaux ci-dessus) sont plus élevés que sur le scénario central. Dès lors, le niveau plus élevé des nSCR s'explique par une capacité d'absorption des passifs amoindrie suite au choc des marchés.

De manière équivalente au scénario central, les absorptions sur les actifs immobiliers et les actions type 1 et type 2 enregistrent une hausse des absorptions entre N+2 et N+4. Cette hausse s'explique par les conditions de marché favorables qui sont partiellement compensées par les nouveaux investissements (améliorant de fait les absorptions).

A l'issue de la projection, les capacités d'absorptions constatées en N+4 pour le scénario de stress restent en deçà des capacités d'absorption obtenues pour le scénario central en N+1. On peut donc

affirmer que l'impact du choc des marchés s'inscrit dans la durée, ce qui se ressent dans la PVFP étudiée précédemment.

3.3.3. Impact des *management rules* sur la PVFP et le SCR marché

Les résultats précédents ne considéraient aucune action du *management* suite à la baisse des marchés actions. En pratique, la Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA) est modifiée pour adapter le couple rendement-risque en cohérence avec les nouvelles conditions de marché. Dans notre cas, on considère que la baisse des marchés actions impacte négativement la solvabilité de l'assureur, qui doit alors orienter ses nouveaux investissements vers des actifs moins chargés en capital pour augmenter son ratio de solvabilité en N+2, N+3 et N+4.

Evolutions constatées sur la PVFP

Commençons par observer l'impact des investissements vers des actifs moins risqués sur les fonds propres réglementaires de l'assureur. Pour cela, on compare la PVFP nouvellement obtenue avec celle obtenue sans les actions du *management*.

	PVFP		
	EQ -30% MR	EQ -30%	Delta
N	963	963	0
N+1	904	904	0
N+2	1 076	1 047	29
N+3	1 516	1 492	25
N+4	1 754	1 733	21

Figure 30 : Evolution de la PVFP avec l'ajout de *management rules*

On constate que les *management rules* appliquées permettent une moindre dégradation de la PVFP à court terme. Cela s'explique par une part plus prépondérante des actifs financiers moins risqués – et donc moins volatils – en N+2, N+3 et N+4, permettant de mieux résister aux scénarios extrêmes défavorables simulés dans le modèle ALM. Ainsi, le coût des options et garanties est diminué ce qui entraîne une hausse de la PVFP.

Cependant, sur le long terme, cette stratégie peut s'avérer préjudiciable : une part action plus faible au profit d'une part d'actifs obligataires plus élevée à l'actif entraîne une baisse des rendements probables futurs, et mécaniquement une baisse de la PVFP. Dans notre exemple, cette baisse est matérialisée par le resserrement des PVFP avec et sans *management rules* à mesure que la projection avance. Toutefois, il faut garder en mémoire qu'il y a une asymétrie entre les scénarios extrêmes favorables et les scénarios extrêmes défavorables : en cas de surperformance des marchés action, le gain est partagé avec l'assuré à travers le mécanisme de PB réglementaire. A l'inverse, l'absorption des pertes par les assurés sont limitées du fait de garanties (TMG).

Evolutions constatées sur le SCR marché

Nous avons constaté l'impact positif sur les fonds propres réglementaires de l'assureur à travers la PVFP mais cela ne suffit pas forcément à augmenter son ratio de solvabilité. En effet, le ratio S2 est défini comme le rapport entre les fonds propres éligibles de la société et le SCR. Ainsi, toutes choses étant égales par ailleurs, l'analyse du SCR marché, prépondérant dans le calcul du SCR de la société étudiée, peut permettre de conclure quant à la diminution du SCR, et donc à l'augmentation du ratio de solvabilité.

	N+1		N+2		N+3		N+4	
	Avec MR	Sans MR						
net SCR Market	1 394,8	1 394,8	1 439,5	1 466,7	1 481,6	1 512,1	1 569,8	1 600,0
Taux	79,9	79,9	84,0	87,7	85,6	89,0	88,8	92,3
Action	245,0	245,0	306,7	339,3	372,1	405,2	501,0	532,9
Immobilier	649,8	649,8	637,5	644,0	643,0	650,1	632,7	640,4
Spread	608,3	608,3	601,8	589,5	570,0	560,5	537,9	528,1
brut SCR Market	2 096,0	2 096,0	2 256,7	2 276,5	2 432,0	2 447,5	2 649,1	2 670,0
Taux	101,0	101,0	111,0	111,3	65,0	64,3	57,6	57,4
Action	391,3	391,3	498,0	534,1	626,9	661,3	834,0	871,5
Immobilier	847,1	847,1	870,4	872,1	932,2	932,2	957,4	958,0
Spread	1 007,7	1 007,7	1 044,9	1 027,8	1 068,0	1 049,9	1 070,4	1 053,5
Absorptions euro								
Immobilier	28%	28%	32%	31%	36%	35%	40%	39%
Actions type 1	43%	43%	44%	40%	51%	47%	51%	49%
Actions type 2 (hors Infra)	61%	61%	61%	60%	67%	66%	68%	70%
Infra	62%	62%	60%	56%	60%	55%	57%	53%
Spread	42%	42%	45%	45%	49%	49%	53%	53%
Taux	56%	56%	56%	56%	57%	57%	58%	58%

Figure 31 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus avec et sans management rules (abrégées « MR » dans le tableau ci-dessus)

L'effet immédiat des *management rules* appliquées est la diminution des bSCR marché et des nSCR marché. A capacité d'absorption du passif égales, le fléchage des investissements actions et immobilier vers actifs obligataires, moins chargés en capital, a pour effet de diminuer le SCR marché, quand bien même ces derniers augmentent ont pour effet d'augmenter les nSCR et bSCR spread.

Un autre effet bénéfique généré par la part croissante des actifs obligataires dans le portefeuille d'actifs est la diminution de la volatilité de l'actif. Cette hausse de la part d'actif obligataire a un effet sur le gap de durée qui mécaniquement réduit le risque de taux.

Dans les faits, on constate que les capacités d'absorption du passif varient. Sur les actifs risqués (immobilier et actions type 1 et 2 hors infra), les *management rules* appliquées, à savoir le non-investissement d'actifs risqués, permettent une légère amélioration de la capacité d'absorption du passif. Les évolutions constatées sur les SCR marchés sont donc cohérentes avec l'objectif d'augmentation du ratio de solvabilité à court terme²⁸.

En somme, l'étude de ce scénario a permis de mettre en exergue les limites du pilotage d'une compagnie d'assurance par les seules métriques S2 immédiates. On a effectivement constaté que

²⁸ Etant donné que la PVFP est négativement impactée par le non-investissement en actifs risqués, il est envisageable que les fonds propres réglementaires soient négativement impactés (à travers la baisse du TRA engendrée) si cette stratégie d'investissement est poursuivie sur le long terme.

l'optimisation de la solvabilité (à travers le SCR marché) se fait au dépend d'autres métriques capitales telles que le TRA et la PVFP (qui se dégradent sur le long terme).

3.4. Mise en application du modèle pour un scénario de taux bas prolongés

3.4.1. Rationnel du scénario

Le scénario de taux bas persistants, représentatif de la situation économique japonaise, correspond à une période prolongée de taux d'intérêt bas combinés à une chute des marchés actions et une inflation très faible. Ce scénario a été construit à partir des scénarios proposés par l'EIOPA pour sa demande de stress tests 2016.

Pour ce scénario, on suppose une baisse du niveau de taux lors de l'année 2021 suivie d'un maintien de ce niveau jusqu'à fin 2023. On ne fait pas d'hypothèses techniques et financières supplémentaires par rapport au scénario central.

Comme pour le scénario actions, on considère deux jeux de résultats :

- Un premier **sans actions du *management***, conservant les hypothèses d'investissements du scénario central indifféremment de la baisse des taux.
- Un second **avec actions du *management***, modifiant la SAA comme suit en N+2 à la suite du choc de taux :
 - Vente de 100M d'OPCVM obligataires
 - Achat de 50M d'actions type 1
 - Achat de 50M d'actifs immobiliers

3.4.2. Analyse des résultats obtenus pour le scénario de taux bas prolongés sans *management rules*

Impact de l'environnement de taux sur la marge financière

Nous commencerons notre analyse sur l'impact d'un niveau de taux bas prolongés sur la marge financière dans l'hypothèse où il n'y a aucune action du *management* mise en place. Ce type de scénario est particulièrement redouté des assureurs qui ont massivement recours à des actifs financiers obligataires pour servir les TMG et garantir le capital. Nous allons en effet voir qu'une baisse des taux a pour effet de dégrader le TRA. Commençons par comparer le TRA, la PB distribuée et la marge financière obtenus dans l'environnement de taux bas prolongés avec ceux obtenus dans le scénario central.

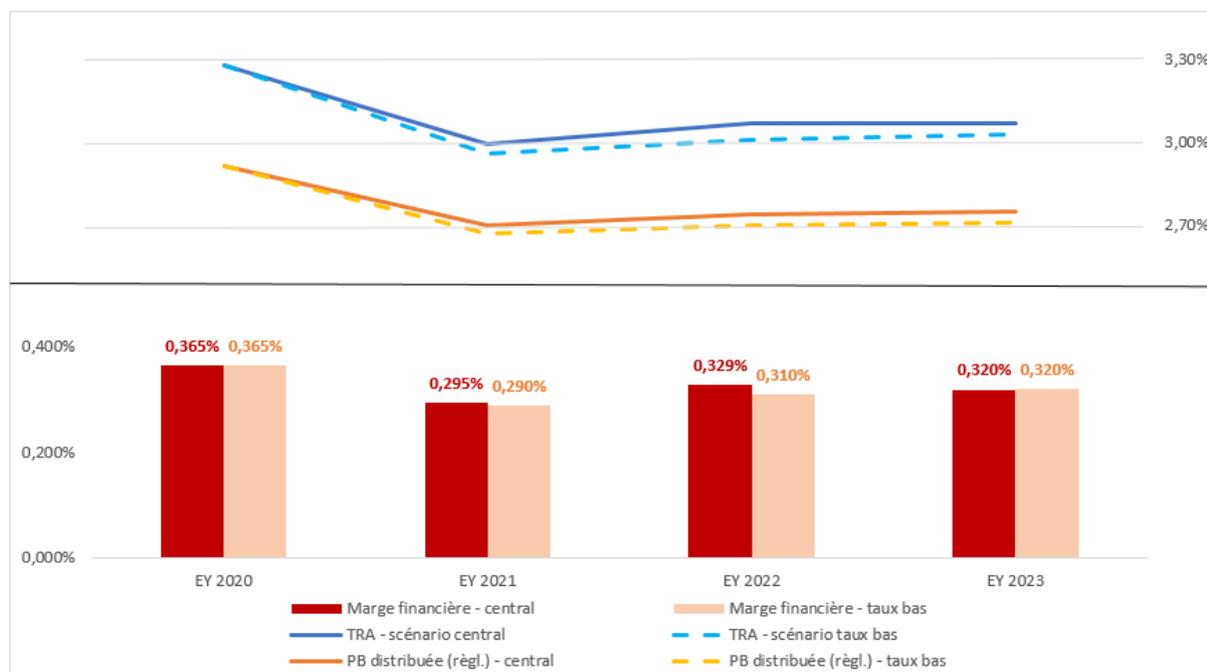


Figure 32 : Illustration de la dégradation de la marge financière dans un environnement de taux bas prolongés

Comme attendu, les conditions de marchés impactent directement le TRA. En cause, l'environnement de taux qui oblige l'assureur à réinvestir les coupons détachés et les obligations arrivant à échéance à des taux encore plus bas que ceux prévus dans le scénario central. De plus, il n'est pas exclu que les rendements dégagés sur les actifs risqués peinent à compenser la baisse enregistrée sur les actifs obligataires.

La baisse du TRA a pour effet de diminuer dans une moindre mesure la PB distribuée venant alors diminuer la marge financière. De plus, les hypothèses de taux bas sur la durée viennent impacter durablement le TRA.

Par ailleurs, il est important de rappeler que – pour les besoins d'analyse de ce mémoire – les hypothèses de croissance sont identiques entre ce scénario et le scénario central, le TMG moyen n'est donc pas impacté entre les deux scénarios. En pratique, on peut imaginer que la collecte, et donc la croissance de la société, est impactée négativement par la baisse des taux. Toutefois, les données historiques démontrent le contraire puisque le chiffre d'affaires en assurance n'a jamais aussi élevé que lors des dernières années bien que les taux soient passés en territoire négatif depuis 2019. Ainsi, par rapport au scénario central, on aurait pu s'attendre à une moindre dilution du TMG avec des hypothèses au passif défavorables.

Etude de la PVFP

Nous allons à présent étudier l'impact de l'environnement financier sur le passif de l'assureur, et plus particulièrement sur ses fonds propres réglementaires à travers la PVFP.

	PVFP		
	Tx bas	Central	Delta
N	963	963	0
N+1	1 103	1 103	0
N+2	1 205	1 296	-91
N+3	1 730	1 835	-105
N+4	2 006	2 152	-146

Figure 33 : Synthèse des PVFP obtenues pour les scénarios de taux bas prolongés et central

On constate que les baisses du TRA et de la PB générées par l'environnement financier viennent impacter durablement la PVFP et donc les fonds propres réglementaires de l'assureur. On constate même une dégradation de la PVFP à mesure que la projection avance dans le temps. Cette dernière est expliquée par l'accumulation de plusieurs facteurs.

Tout d'abord, et comme évoqué précédemment, le TRA est impacté négativement par la baisse des taux et le maintien de ces derniers à un niveau très bas. Les nouveaux investissements obligataires se font à des niveaux de rendements attendus plus bas, générant une espérance de rendements obligataires diminuée, ce qui explique en majeure partie la baisse du TRA. Concomitamment aux nouveaux investissements obligataires peu rémunérateurs, le TRA des actifs obligataires déjà présent en portefeuille est dégradé par le réinvestissement des coupons détachés et des remboursements d'obligations à des taux plus bas.

Outre l'environnement financier, les contraintes techniques telles que le TMG et la PB restent inchangées²⁹ sur les 3 années suivant le choc (par rapport au scénario central).

Enfin, il est important de noter que ces divers effets n'auraient pas été captés dans l'ancien modèle ORSA car la baisse de TRA n'aurait pas pu y être matérialisée. Typiquement, l'écartement observé entre N+3 et N+4 n'aurait pas été capté dans l'ancien processus ORSA car sans mouvements de taux, aucune sensibilité n'est appliquée. Ceci était cependant en partie compensé par un effet partiellement symétrique de non prise en compte de la baisse du TMG au passif.

Etude du SCR marché

Regardons à présent quelles sont les répercussions de l'environnement de taux bas prolongés à l'actif à travers le SCR marché. Il est important de préciser que la SAA est inchangée par rapport au scénario central, ce qui permet de limiter la cause des impacts observés sur les tableaux suivants aux conditions de marché.

²⁹ Bien que le niveau de PB diminue avec la baisse du TRA, la problématique de lissage de la PB reste présente et peut, comme nous avons pu l'observer précédemment dans cette partie, impacter négativement la marge financière.

	N+1		N+2		N+3		N+4	
	Prophet - central	Prophet						
net SCR Market	1 303,5	1 303,5	1 390,0	1 411,6	1 489,6	1 503,0	1 520,3	1 534,2
Taux	94,2	94,2	106,9	121,4	108,0	127,4	114,6	139,6
Action	366,0	366,0	493,4	484,8	635,5	622,6	709,8	689,4
Immobilier	522,1	522,1	500,8	513,7	490,1	496,7	469,0	480,3
Spread	490,0	490,0	461,6	472,9	426,7	436,2	391,5	401,3
brut SCR Market	2 297,7	2 297,7	2 564,2	2 588,2	2 874,6	2 903,8	3 101,2	3 137,0
Taux	108,3	109,3	127,1	124,4	75,4	77,9	71,6	74,3
Action	625,6	625,6	862,5	855,0	1 138,7	1 130,5	1 343,1	1 330,7
Immobilier	829,3	829,3	849,9	856,7	905,1	915,5	930,0	945,0
Spread	995,5	995,5	1 012,2	1 036,8	1 032,5	1 063,9	1 037,4	1 077,1
Absorptions euro								
Immobilier	43%	43%	47%	46%	52%	52%	57%	56%
Actions type 1	49%	49%	52%	53%	57%	59%	60%	63%
Actions type 2 (hors infra)	74%	74%	72%	73%	76%	76%	79%	80%
Infra	78%	78%	76%	77%	75%	78%	76%	78%
Spread	54%	54%	58%	58%	63%	63%	67%	68%
Taux	45%	46%	46%	46%	47%	47%	49%	49%

Figure 34 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus pour le scénario de taux bas prolongés (colonnes "Prophet") et le scénario central (colonnes "Prophet - central")

Dans l'univers de taux bas prolongés, on remarque qu'à chaque année de projection les nSCR (« net SCR market » sur les tableaux ci-dessus) et les bSCR (« brut SCR Market » sur les tableaux ci-dessus) sont plus élevés que ceux observés pour le scénario central. Seul le SCR action enregistre une légère baisse. Cela s'explique par une légère hausse des absorptions des actifs risqués mais à hypothèses d'investissements et de performances égales avec le scénario central, il n'est pas exclu que ce flottement résulte de la modélisation réalisée dans Prophet³⁰.

Néanmoins, les nSCR des modules taux, spread et immobilier sont en hausse par rapport au scénario central. Par ailleurs, on constate pour ces trois modules que les capacités d'absorptions obtenues dans l'environnement de taux bas sont quasiment identiques à celles du scénario central.

Pour les modules de taux et de spread, tous deux fonctions de la valeur de marchés des actifs obligataires, la hausse s'explique par la méthode de calcul inhérente à Prophet. Pour calculer le SCR taux, le prix des actifs obligataires est recalculé dans l'environnement financier simulé. La baisse des taux a pour effet d'augmenter le prix des obligations en portefeuille, augmentant mécaniquement le SCR taux et le SCR spread.

3.4.3. Impact des *management rules* sur la PVFP et le SCR marché

Tout comme pour le scénario de choc des marchés actions, nous n'avons jusqu'à présent considéré aucune modification de Stratégie d'Allocation d'Actifs (SAA). Pour le scénario de taux bas prolongés, l'objectif est de maintenir un niveau de TRA élevé pour continuer à servir le TMG. Pour cela, on considère qu'en N+2 les investissements prévus sur des actifs obligataires vont être redirigés vers des actifs ayant une espérance de gains plus élevée, mais aussi un coût en capital plus élevé (actions type 1 et actifs immobiliers). On s'attend donc, dans l'immédiat, à un impact négatif sur la solvabilité.

³⁰ Pour rappel, le résultat issu de Prophet est une moyenne obtenue sur 2000 simulations stochastiques.

Contrairement aux actions du *management* définies dans le scénario de baisse des marchés actions, l'idée sous-jacente est de se concentrer sur la viabilité économique de l'entité pour pouvoir financer les TMG avec des rendements supérieurs. A long terme, l'émergence des rendements supérieurs améliorera les fonds propres réglementaires à travers une marge financière plus importante et la solvabilité suivra. Cette stratégie semble d'autant plus pertinente que nous avons constaté une hausse de la charge en capital à travers la hausse des expositions du portefeuille obligataire dans l'environnement de taux bas.

Evolutions constatées sur la PVFP

Commençons par regarder l'impact du fléchage des investissements vers des actifs plus risqués sur les fonds propres réglementaires de l'assureur à travers la PVFP.

	PVFP		
	tx bas MR	tx bas	Delta
N	963	963	0
N+1	1 103	1 103	0
N+2	1 191	1 205	-14
N+3	1 717	1 730	-13
N+4	1 994	2 006	-12

Figure 35 : Evolution de la PVFP avec l'ajout de management rules

On remarque qu'à court terme, le fléchage des investissements obligataires vers des actifs plus risqués a un impact négatif sur la PVFP. Une explication à ce phénomène vient des scénarios défavorables simulés dans Prophet. En augmentant la part d'actifs risqués dans le portefeuille, qui ont une volatilité plus importante et donc un coût au niveau des options et garanties accrus, les scénarios économiques actions et immobiliers défavorables simulés dans Prophet génèrent encore plus de pertes, ce qui force l'assureur à puiser toujours plus dans ses fonds propres réglementaires pour honorer ses engagements envers les assurés. A noter que cet impact négatif sur la PVFP de tel fléchage était capté de manière ad-hoc dans la précédente modélisation ORSA. Toutefois, le non-investissement en actifs obligataires réduit la diminution de la composante obligataire du TRA. En effet, sans nouveaux investissements obligataires, la diminution du TRA (limité aux actifs obligataires) est causée par les seuls réinvestissements de coupons et d'obligations arrivant à échéance à des taux plus bas.

Par ailleurs, on constate que l'écart de PVFP tend à se réduire à mesure que la projection avance. On peut expliquer cette tendance par les hypothèses favorables de performance actions qui permettent d'avoir une richesse latente plus importante et donc une espérance de résultat futur également.

Il faut toutefois garder en tête l'asymétrie inhérente à l'activité d'assurance pour relativiser le rapport bénéfice-risque d'une telle stratégie. En cas de gain financier, l'assureur ne bénéficie que de 15% des gains à travers le mécanisme de participations aux bénéfices. A l'inverse, toute perte financière au-delà du TMG est supportée en totalité par l'assureur. On peut alors imaginer qu'un choc des marchés survenant en N+2 pourrait forcer l'assureur à puiser dans ses fonds propres réglementaires pour servir les TMG, ce qui aurait un impact significatif sur sa solvabilité.

Evolutions constatées sur le SCR marché

Après avoir constaté l'impact négatif des investissements vers des actifs plus risqués sur la PVFP, nous allons présent analyser l'impact de ces investissements vers des actifs plus risqués sur le SCR marché.

	N+1		N+2		N+3		N+4	
	Avec MR	Sans MR						
net SCR Market	1 303,5	1 303,5	1 420,9	1 411,6	1 517,0	1 503,0	1 554,1	1 534,2
Taux	94,2	94,2	121,0	121,4	128,2	127,4	141,6	139,6
Action	366,0	366,0	494,0	484,8	633,8	622,6	703,3	689,4
Immobilier	522,1	522,1	522,6	513,7	505,3	496,7	491,0	480,3
Spread	490,0	490,0	465,1	472,9	430,8	436,2	397,0	401,3

	N+1		N+2		N+3		N+4	
	Avec MR	Sans MR						
brut SCR Market	2 297,7	2 297,7	2 598,5	2 588,2	2 918,2	2 903,8	3 154,2	3 137,0
Taux	103,8	103,8	123,3	123,3	128,2	127,6	141,6	139,6
Action	625,6	625,6	868,5	855,0	1 146,3	1 130,5	1 347,8	1 330,7
Immobilier	829,3	829,3	869,1	856,7	927,7	915,5	958,3	945,0
Spread	995,5	995,5	1 022,8	1 036,8	1 050,7	1 063,9	1 064,6	1 077,1

Absorptions euro

Immobilier	43%	43%	45%	46%	51%	52%	55%	56%
Actions type 1	49%	49%	52%	53%	58%	59%	62%	63%
Actions type 2 (hors Infra)	74%	74%	76%	73%	77%	76%	78%	80%
Infra	78%	78%	78%	77%	78%	78%	78%	78%
Spread	54%	54%	58%	58%	63%	63%	68%	68%
Taux	66%	66%	66%	66%	67%	67%	69%	69%

Figure 36 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus avec et sans management rules (abrégées « MR » dans le tableau ci-dessus)

Comme attendu, le fléchage des investissements vers des actifs plus chargés en capital en N+2 a pour effet d'augmenter le nSCR et bSCR. Cette hausse est par ailleurs de plus en plus marquée à mesure que les années passent en cohérence avec le côté cumulatif.

Les nSCR actions et immobilier sont naturellement les deux composantes qui subissent les hausses les plus marquées. De plus, les absorptions par le passif sont diminuées par rapport au même scénario sans *management rules*. Une explication à ce phénomène se trouve dans l'évolution de la plus-value latente : les nouveaux investissements actions et immobilier ont une plus-value plus faible, diluant ainsi la plus-value globale ce qui a pour effet de diminuer l'absorption.

En parallèle, le non-investissement en actifs obligataires a pour effet de diminuer les bSCR et nSCR spread. Néanmoins, les actifs obligataires restent moins chargés en capital que les actions et l'immobilier, l'impact sur le SCR marché global reste négatif.

Enfin, on peut constater que les nSCR taux s'inscrit en légère hausse avec les actions du *management*, cela peut être expliqué par la volatilité du portefeuille d'actifs qui s'inscrit en hausse suite à l'achat d'actifs plus risqués. Pour cause, une volatilité plus élevée à l'actif a un impact défavorable sur les fonds propres réglementaires dans les scénarios stochastiques défavorables.

En conclusion, on peut remarquer que l'intention d'augmenter le TRA sur le long terme a un coût non négligeable sur la solvabilité de l'assureur, quand bien même la finalité de cette augmentation est le respect des engagements de l'assureur envers ses assurés. On a effectivement constaté que ce scénario ne générerait pas de hausse de la solvabilité (au sens des métriques de Solvabilité II). Cependant, ce scénario est cohérent au regard d'autres variables de rentabilité (notamment la marge financière). Enfin, l'exercice ORSA effectué sur 3 ans (à partir de la situation projetée à la fin de l'année

en cours), ne permet d'apprécier ce type de stratégie qui vise à améliorer la rentabilité (et donc la solvabilité) sur le long terme.

3.5. Démonstration des incidences et des limites du nouveau modèle

3.5.1. Incidences constatées

A travers les trois scénarios étudiés, nous avons pu constater un gain de finesse dans la modélisation des limites identifiées dans l'ancienne modélisation de l'ORSA. Les interactions actif-passifs étant mieux appréhendées par Prophet, nous avons pu observer les effets de la baisse du TMG sur la solvabilité de l'assureur. A l'actif, la modélisation annuelle du TRA réalisée dans Prophet offre un gain de précision essentiel sur le calcul du SCR marché et les absorptions par le passif, permettant ainsi de mieux comprendre les impacts de changements de SAA. Cependant, nous n'avons pas encore testé la robustesse du modèle en cas de chocs conjoints. Pour rappel, l'ancien modèle somme les effets des deux chocs, considérant ainsi deux fois la capacité d'absorption des passifs ce qui tend à sous-estimer le SCR. A l'inverse, Prophet simule les deux chocs simultanément, ce qui permet d'éviter ce problème. Essayons alors d'observer ce phénomène sur un exemple concret.

Exemple sur les sensibilités croisées

Pour cet exemple, on part de la situation au 2^{ème} semestre 2020 (Q2 2020) et on projette à la fin d'année 2020. On suppose qu'au cours de ce second semestre surviennent deux chocs des marchés :

- Une baisse de 30% des marchés actions ;
- Une baisse de 50 points de base (0,50%) des taux d'intérêts.

On considère par ailleurs les mêmes hypothèses au passif que celles utilisées pour la première année du scénario central.

Regardons alors l'impact sur les SCR marché obtenus avec l'ancien modèle ORSA et le nouveau utilisant Prophet. A noter que les SCR change et concentration n'ont pas été recalculés car le coût opérationnel était trop important pour un impact attendu marginal.

	N+1			N+1	
	ORSA	Prophet		ORSA	Prophet
net SCR Market	1 416,3	1 455,7	brut SCR Market	2 189,1	2 189,6
Taux	65,9	108,6	Taux	57,2	110,5
Action	284,4	236,4	Action	424,3	414,1
Immobilier	605,8	669,1	Immobilier	859,9	854,7
Spread	626,0	628,1	Spread	1 077,1	1 056,2

Absorptions euro	ORSA	Prophet
Immobilier	30%	26%
Actions type 1	41%	54%
Actions type 2 (hors Infra)	44%	65%
Infra	54%	71%
Spread	43%	43%
Taux	56%	56%

Figure 37 : Impact d'un choc conjoint sur les SCR marché générés par Prophet (colonne "Prophet") et l'ancien processus ORSA (colonne "ORSA")

Tout d'abord on remarque que le nSCR marché est plus élevé dans Prophet que dans l'ancien modèle ORSA, ce qui correspond à la tendance attendue. Toutefois, si on regarde les montants de bSCR obtenus sur les autres modules, on remarque que les résultats obtenus par Prophet et l'ancien modèle sont proches. Cette observation traduit le fait que les évolutions des valeurs de marché des actifs sont correctement modélisées. La véritable évolution se trouve au niveau des nSCR obtenus avec le modèle ALM.

En premier lieu, on peut constater que le nSCR taux est bien plus élevé quand il est calculé dans Prophet, cela résulte d'une différence de méthode de calcul³¹. Dans l'ancien modèle, l'approche utilisée est une approche par sensibilité et convexité³². Cette approche est moins précise que celle utilisée par modèle ALM, qui intègre une approche par « repricing ». Cette dernière permet de recalculer le prix théorique des actifs financiers sensibles aux taux avant et après choc (de taux). Cette approche est plus précise et même particulièrement efficace pour les produits complexes intégrant des optionnalités.

En second lieu, on peut remarquer que les capacités d'absorptions sur les actifs risqués (hors immobilier) sont plus élevées dans Prophet que dans l'ancien procédé ORSA. Cette hausse résulte de la différence de méthode pour appréhender les chocs conjoints entre les deux processus ORSA :

- Dans l'ancien procédé ORSA, comme expliqué en partie 2.1.1 de ce mémoire, les effets des deux chocs sont sommés, considérant ainsi deux fois la capacité d'absorption du passif.
- Dans le modèle ALM, les chocs conjoints sont considérés comme un tout, considérant qu'une seule fois la capacité d'absorption du passif (et augmentant de fait les capacités d'absorptions par rapport à l'ancien modèle).

Enfin, l'absorption sur les actifs immobiliers se dégrade légèrement dans Prophet, il est cependant difficile d'établir une raison à cette dégradation.

3.5.2. Limites identifiées et optimisations possibles

Une des principales limites provient des limites opérationnelles rencontrées durant la réalisation de ce mémoire. Les risques afférents à l'activité d'assurance vie représentés dans le SCR Vie n'ont pas été recalculés donc on ne peut pas dire avec exactitude si la méthode est plus efficace en tout point que

³¹ Le calcul du SCR taux est détaillé dans le Titre I, Chapitre V, Section 5, sous-section 2 du règlement délégué UE 2015/35.

³² Le modèle utilise l'approche par sensibilité et convexité dans le cas d'un fort mouvement de taux. S'il n'y a pas d'hypothèse de fort mouvement de taux, le modèle utilise une approche par sensibilité.

l'ancien processus. Il est envisageable que le calcul du SCR Vie soit moins irréfutable que celui du SCR marché.

De plus, la robustesse des hypothèses de projection des passifs n'a pas été vérifiée sur les scénarios de stress. Les scénarios de baisse des marchés actions et de taux bas prolongés ont considéré des hypothèses au passif identiques à celles du scénario central. Par ailleurs, pour un scénario de taux bas prolongés, des hypothèses réalistes supposent des hypothèses plus défavorables au passif, comme une croissance réduite, et une hausse des rachats. Enfin, la définition des hypothèses de chroniques de croissance et d'écoulement du stock sont nouvelles pour les scénarios de stress, et n'ont pas été testées dans le cadre de ce mémoire. Ceci étant, une limite certaine de la projection des passifs provient de la méthode choisie : cette dernière suppose que la structure de chaque nouvelle PM de *New Business* possède une répartition par produit similaire à celle des affaires en date initiale.

Il n'est donc pas exclu que la méthode la plus précise soit un hybride de ce nouveaux procédé et l'ancien.

Conclusion

La finalité de ce mémoire était le perfectionnement du processus ORSA actuel pour la société d'assurance-vie étudiée. Quand bien même les analyses effectuées³³ dans ce mémoire ne permettent pas d'instaurer le nouveau processus dans l'immédiat, les premiers résultats n'en restent pas moins prometteurs.

En effet, l'accent a été mis sur l'analyse et l'amélioration de l'exercice en vigueur, et sur ce point, le cahier des charges a été rempli. En synthèse, les différentes limites et les améliorations apportées sont les suivantes :

Point d'attention	Dans l'ancien processus ORSA	Dans le nouveau processus ORSA
Typologie des projections	Déterministes établies à partir de sensibilités stochastiques en N.	Projection déterministe des inputs Prophet dans un premier temps puis projections stochastiques des <i>inputs</i> Prophet vieilliss.
L'ORSA est réalisé à partir d'hypothèses et de sensibilités issues de calculs stochastiques.	Les sensibilités issues de la situation initiale ne sont pas recalculées à chaque année de projection.	Le moteur ALM permet le recalcul de ces sensibilités à chaque année de projection.
Interactions actif-passif	Appréhendées partiellement par le modèle déterministe (<i>par ex. le calcul du BE en N+1 suppose une indépendance entre la variation de la PM et les conditions de marchés</i>).	Par définition, gérées dans le modèle ALM .
Chocs conjoints	Le modèle considère les deux chocs séparément ce qui prend en compte deux fois la capacité d'absorption du passif.	Prophet considère les deux chocs comme un tout, ce qui permet de considérer une seule fois la capacité d'absorption du passif.
Dilution du TMG et du TRA	Difficiles à appréhender dans le cadre d'une feuille Excel. Hypothèse d'autoneutralisation.	Sorties à chaque année de projection et prises en compte par Prophet.
Gestion du gap de duration et de la convexité	Gap de duration recalculé à chaque année de projection pour converger vers une cible définie de façon simplifiée . Convexité captée partiellement en cas de variations significatives de taux.	Effectives dans le modèle de projection stochastique.

Plus qu'une contrainte réglementaire, ce mémoire vise à rappeler que l'ORSA est aussi, et surtout, un outil de pilotage. Diverses actions du *management* ont effectivement été appliquées sur les scénarios de *stress* dans le but d'améliorer la solvabilité de l'assureur. Pour le scénario de baisse des marchés actions, les mesures se sont révélées efficaces en augmentant la solvabilité à court terme. Pourtant, la redirection des investissements des actifs risqués vers les actifs moins risqués – et donc ayant une espérance de gains moins élevés – peut être préjudiciable pour la profitabilité de l'activité à long terme. A l'inverse, pour le scénario de taux bas prolongés, les mesures prises – à savoir l'investissement plus prononcé sur des actifs risqués, plus chargés en capital – semblent diminuer la solvabilité de

³³ Pour rappel, les exemples chiffrés dans ce mémoire ont – pour des raisons de confidentialité – été déformés (sans pour autant remettre en cause les conclusions présentés en partie 3).

l'assureur dans l'immédiat, mais si l'étude avait été menée sur le long terme, nous aurions pu constater une amélioration de la rentabilité, et donc, de la solvabilité.

Ainsi, les métriques S2 et l'horizon de temps restreint de l'exercice ORSA ne permettent pas à eux seuls le pilotage efficace de l'entreprise. Il faut, pour s'en approcher, s'écarter du cadre de l'exercice en regardant des métriques économiques (comme la marge financière) et un horizon de temps plus long.

Toutefois, l'étude réalisée dans ce mémoire reste incomplète. D'une part, et comme indiqué au début de ce mémoire, **l'exercice ORSA n'est pas reproduit dans son intégralité**. D'autre part, seules les hypothèses à l'actif ont été mises à l'épreuve sur les scénarios étudiés (à l'exception de la PM UC, qui a été « scalé » avec l'actif).

Par conséquent, l'étude s'est concentrée sur un nombre restreint de métriques (PVFP et SCR marché entres autres) et la méthode de projection des tables de passif n'a pas été remise en question sur les scénarios de *stress* étudiés. Il serait alors intéressant de tester diverses hypothèses de croissance et de juger les impacts sur ces dernières à travers, par exemple, le SCR afférent à l'activité vie (SCR *Life*).

Enfin, il aurait été envisageable d'aller plus loin en réalisant un test de véracité. Ce dernier permet d'évaluer si le modèle « dévie » d'une trajectoire connue. Pour cela, il faut déterminer si le modèle permet, en partant d'une situation connue, de retrouver une situation future, elle aussi connue à l'avance. Ce type de test permet de mettre en lumière les différentes déperditions d'information ainsi que les diverses mésestimations des outils de projections déterministes et stochastiques.

Par exemple, nous pourrions réaliser ce test en partant de la situation de la compagnie à la mi-année 2020, pour la projeter à horizon 6 mois pour retrouver la situation à fin d'année 2020. Ces deux situations étant connues au moment du test, il ne sera plus nécessaire d'effectuer des hypothèses de projection car l'ensemble des variables nécessaires à cette dernière (performances, montants d'investissements, coefficient d'évolution du MTP, etc.) sont également connues car observées.

Le principe de ce test peut être schématisé comme suit :

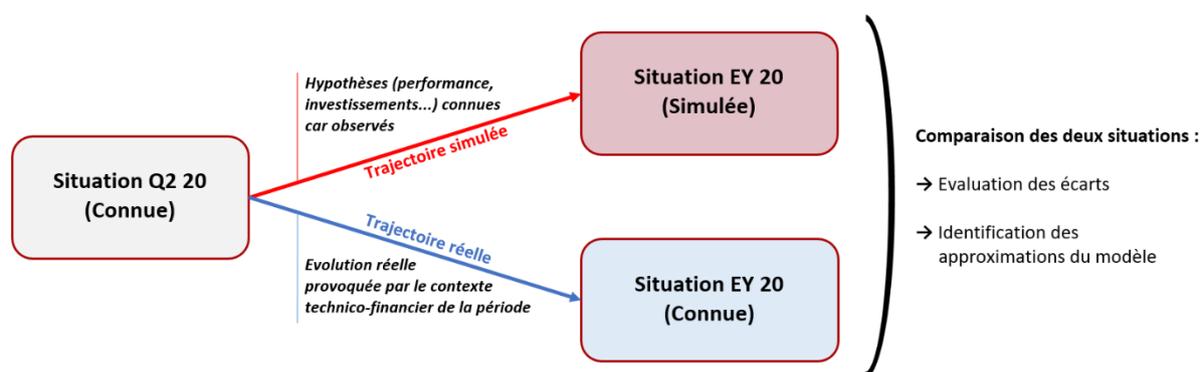


Figure 38 : Principe du test de véracité du modèle

Cependant, un tel test reste compliqué à mettre en œuvre en pratique. Il faut dans un premier temps réussir à transposer au plus juste l'environnement technico-financier en un nombre limité d'hypothèses du modèle. Une fois cet exercice terminé et les calculs effectués, il faut dans un second temps confirmer ou infirmer les raisons des déviations du modèle. Pour cela, il pourra être requis de réitérer plusieurs fois le test en modifiant sensiblement les hypothèses du modèle, rendant ainsi l'exercice coûteux en temps.

Bibliographie

- Historique des TME, <https://www.spac-actuaire.fr/lexique/tme-historique-du-tme-depuis-1996/>
- Légifrance, <https://www.legifrance.gouv.fr/>
- Cours de Pierre Clauss (ENSAI), « Finance de marché, une introduction à la gestion des risques et de la performance », https://www.bm.com.tn/ckeditor/files/cours_finance.pdf
- Cours de Yannick Appert-Raullin, ERM
- RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/35 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0035&from=EN>
- Site de l'ACPR, <https://acpr.banque-france.fr/>
- Institut des actuaires, groupe de travail ORSA, « L'ORSA : Quelques Exemples de Pratiques actuarielles », https://www.institutdesactuaires.com/global/gene/link.php?news_link=2014090509_Dcoumentsynthese.pdf&fg=1
- Private Equity, <https://www.daf-mag.fr/Definitions-Glossaire/Private-equity-245423.htm>
- L'investissement dans les infrastructures : quelques perspectives sur un marché appelé à un développement prometteur, [http://variances.eu/?p=2919#:~:text=Une%20classe%20d'actifs%20%C3%A0%20la%20crois%C3%A9e%20des%20chemins&text=Un%20premier%20segment%20\(dit%20%C2%AB%20core,de%20moins%20en%20moins%20attrayantes](http://variances.eu/?p=2919#:~:text=Une%20classe%20d'actifs%20%C3%A0%20la%20crois%C3%A9e%20des%20chemins&text=Un%20premier%20segment%20(dit%20%C2%AB%20core,de%20moins%20en%20moins%20attrayantes)
- Laurent Devineau et Stéphane Loisel, « Construction d'un algorithme d'accélération de la méthode des "simulations dans les simulations" pour le calcul du capital économique Solvabilité II » Laurent Devineau et Stéphane Loisel
- Convexité et gap de duration :
 - memoireonline.com, par Mohamed BOITI, « La gestion des risques obligataires. Cas de Mediafinance » https://www.memoireonline.com/02/13/6902/m_La-gestion-des-risques-obligataires-Cas-de-Mediafinance5.html
 - next-finance.net, « De l'intérêt d'introduire de la convexité à l'actif d'un assureur vie », <https://www.next-finance.net/De-l-interet-d-introduire-de-la>
 - Mémoire d'actuariat de Julien BECKEL, « Optimisation du risque de taux pour un portefeuille d'assurance vie l'aide de méthodes numériques »

Table des illustrations

Figure 1 : Primes acquises en 2019	15
Figure 2 : Approche modulaire dans la formule standard (Source : EIOPA)	18
Figure 3 : Comparaison entre le bilan en norme comptable française (à gauche) et norme S2 (à droite)	19
Figure 4 : Schématisation des 4 fonctions clés par l'ACPR	21
Figure 5 : Les attentes des différentes parties prenantes.....	26
Figure 6 : Processus ORSA actuel vs. Processus ORSA cible.....	28
Figure 7 : Synthèse de l'approche utilisée.....	29
Figure 8 : Modélisation de l'évaluation du BGS en 2019	31
Figure 9 : Résultats de l'exemple.....	32
Figure 10 : Exemple de l'impact engendré par une baisse de Fonds Propres (FP) de l'assureur.....	33
Figure 11 : Dilution du TMG moyen avec l'ajout du New Business.....	33
Figure 12 : Impact d'une baisse continue du TRA sur la PB	37
Figure 13 : Illustration de l'impact de la convexité sur l'actif et le passif à la suite d'un choc de taux.	40
Figure 14 : Principe de la méthode des simulations dans les simulations	43
Figure 15 : Approche utilisée dans ce mémoire.....	43
Figure 16 : Arbre de décision pour la projection des actifs.....	45
Figure 17 : Principe du rajout de la surcouche de Spread.....	46
Figure 18 : Processus de calcul de la valeur de marché des produits de taux	46
Figure 19 : Comparaison du profit d'un ou deux put spread vs. profit d'un put.....	47
Figure 20 : Projection des options.....	48
Figure 21 : Exemple de calcul d'une variable pour un GRH	49
Figure 22 : Illustration des comptes de résultats exploités pour un exercice ORSA.....	51
Figure 23 : Charge en capital et rendement de certains actifs financiers.....	56
Figure 24 : PB distribuée et variation estimée de la PPB pour le scénario central	62
Figure 25 : Projection de certaines variables du compte de résultat sur 10 ans.	63
Figure 26 : SCR marché et absorptions pour le scénario central	65
Figure 27 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus avec l'ancien processus (colonnes "ORSA") et le moteur ALM (colonnes "Prophet")	66
Figure 28 : Synthèse des PVFP obtenues pour les scénarios de choc des marchés et central	67
Figure 29 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus pour le scénario de choc des marchés actions (colonnes "Prophet") et le scénario central (colonnes "Prophet - central")	68
Figure 30 : Evolution de la PVFP avec l'ajout de management rules	69
Figure 31 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus avec et sans management rules (abrégées « MR » dans le tableau ci-dessus)	70
Figure 32 : Illustration de la dégradation de la marge financière dans un environnement de taux bas prolongés.....	73
Figure 33 : Synthèse des PVFP obtenues pour les scénarios de taux bas prolongés et central.....	74
Figure 34 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus pour le scénario de taux bas prolongés (colonnes "Prophet") et le scénario central (colonnes "Prophet - central").....	75
Figure 35 : Evolution de la PVFP avec l'ajout de management rules	76
Figure 36 : Comparaison des SCR marché et absorptions obtenus avec et sans management rules (abrégées « MR » dans le tableau ci-dessus)	77
Figure 37 : Impact d'un choc conjoint sur les SCR marché générés par Prophet (colonne "Prophet") et l'ancien processus ORSA (colonne "ORSA")	80

Figure 38 : Principe du test de véracité du modèle..... 83

ANNEXES

A. Annexe A : Modélisation et calcul du Dampener

Calcul du SCR Action

Le Dampener est une composante nécessaire au calcul du SCR action (et donc du SCR marché). Ce dernier permet de moduler le choc à appliquer sur les actions en fonction de la tendance des marchés. Pour le constater, il faut se pencher sur le calcul du SCR action.

Le SCR action considère 4 catégories d'actions et est donné par la formule suivante :

$$SCR_{action} = \sqrt{SCR_{Type 1}^2 + 2 * 0,75 * (SCR_{Type 2} + SCR_{QuInf} + SCR_{QuInfC}) + (SCR_{Type 2} + SCR_{QuInf} + SCR_{QuInfC})^2}$$

Avec :

- $SCR_{Type 1}$ l'exigence en capital pour les actions type 1 ;
- $SCR_{Type 2}$ l'exigence en capital pour les actions type 2 ;
- SCR_{QuInf} l'exigence en capital pour les actions d'infrastructures éligibles ;
- SCR_{QuInfC} l'exigence en capital pour les actions de sociétés d'infrastructures éligibles.

Ces exigences de capital sont ensuite calculées pour chacune de ces 4 catégories comme la perte induite par le choc instantané à la baisse des valeurs de marchés applicables à chaque catégorie. Les taux de chocs à appliquer sont les suivants :

	Entreprise liée	Investissement actions à long terme	Autres types d'investissements
Actions type 1 ($SCR_{Type 1}$)	22%	22%	39% + Dampener
Actions type 2 ($SCR_{Type 2}$)	22%	22%	49% + Dampener
QuInf (SCR_{QuInf})	22%	22%	30% + 77% Dampener
QuInfC (SCR_{QuInfC})	22%	22%	36% + 92% Dampener

Le Dampener, aussi appelé ajustement symétrique (*Symmetric Adjustment* en anglais), vient donc impacter à la hausse ou à la baisse le taux de choc à appliquer sur les investissements autres que ceux dans des entreprises liées ou long terme (prépondérants dans les portefeuilles actions des assureurs).

Le Dampener est donné par la formule suivante :

$$Dampener = MAX(-10\% ; MIN(+ 10\% ; Raw Dampener))$$

$$Avec : Raw Dampener = \frac{1}{2} * \left(\frac{CI - AI}{AI} - 8\% \right)$$

Où CI le niveau courant de l'indice actions EIOPA et AI la moyenne pondérée des niveaux quotidiens de l'indice actions EIOPA sur les 36 derniers mois.

L'indice actions EIOPA mesure le prix de marché d'un portefeuille diversifié d'actions qui est représentatif de la nature des actions généralement détenues par les entreprises d'assurance et de réassurance.

Modélisation déterministe du Dampener

Le calcul du Dampener se fait à partir d'informations observées et communiquées sur le site de l'EIOPA (*European Insurance and Occupational Pensions Authority*). Dès lors, si on projette l'actif de la société, il faut être en mesure d'appliquer les chocs réglementaires Solvabilité 2. Or, pour le module action, il convient de calculer le Dampener pour obtenir les taux de chocs à appliquer.

Pour cela, il a fallu projeter – ou plutôt construire – l'évolution de l'indice sous-jacent au calcul du Dampener afin de déterminer les *CI* et *AI*. On suppose que la performance de cet indice suit celle d'un indice recomposé du MSCI World calculé par la société. On définit la performance journalière de cet indice à l'année N, *Capital Return per trading day*, comme suit :

$$\text{Capital return per trading day}_N = \frac{\ln(1 + \text{perf annuelle}_N)}{\text{nombre de trading days}_N}$$

Où le nombre de *trading days* correspond au nombre de jours dans l'année N durant lesquels les places boursières sont ouvertes (en moyenne 253 jours par an).

C'est à partir du *Capital Return per trading day* que l'on peut calculer les *CI* et *AI* à chaque année de projection. Commençons tout d'abord par expliciter le calcul du niveau courant de l'indice *CI* :

$$CI_N = \frac{EIOPA \text{ Equity Index}_N}{EIOPA \text{ Equity Index}_{N-3}}$$

Avec *EIOPA Equity Index* qui correspond à une information communiquée par l'EIOPA si observé, sinon, on a :

$$\begin{aligned} & EIOPA \text{ Equity Index}_N \\ &= EIOPA \text{ Equity Index}_{N-1} * e^{(\text{nombre de trading days}_{N-1} * \text{Capital return per trading day}_{N-1})} \end{aligned}$$

Ensuite, pour déterminer les indices *AI*, il faut matérialiser les niveaux quotidiens de l'indice sur les 36 derniers mois. Il faut pour cela construire la courbe entre le dernier *CI* connu et les *CI* projetés. Pour cela, on considère que l'évolution de l'indice sur une période d'un an à partir du 31/12/N est défini par la fonction suivante :

$$f(K) = EIOPA \text{ Equity Index}_{31.12.N} * e^{(\text{capital return per trading day}_{N+1} * K)}$$

Où *K* est un entier compris entre 1 et le nombre de *trading days* sur la période étudiée (max. 1 an calendaire).

Références réglementaires

L'ensemble des informations présentées dans cette annexe sont issues du règlement délégué UE 2015/35, Titre I, Chapitre V, Section 5, sous-section 3.

L'article 168 précise les dispositions générales et notamment la formule standard permettant le calcul du module actions.

L'article 169 définit les actions type 1 et type 2.

Les articles 170 et 171 définissent les notions d'investissements actions à long terme et d'entreprises liées.

Enfin, l'article 172 précise la formule à utiliser pour calculer le Dampener.

Pour aller plus loin : Dampener et crise du Covid-19

Durant la crise du coronavirus, les marchés actions ont subi une forte baisse, suivie d'une hausse prolongée. Pendant les mois durant lesquels les marchés enregistraient une hausse continue, le Dampener était « *flooré* » à -10%. En réalité le Dampener était bien inférieur à -10%, ce qui était défavorable aux assureurs, qui n'ont pas pu profiter d'un choc action « allégé » en cohérence avec la tendance haussière des marchés. En conséquence, l'EIOPA propose d'élargir les bornes du Dampener à $\pm 17\%$.

B. Annexe B : Figure 16 agrandie

