

Mémoire présenté devant l'ENSAE ParisTech  
pour l'obtention du diplôme de la filière Actuariat  
et l'admission à l'Institut des Actuaires

le 06/11/2017

Par : **Antoine Chartier**

Titre: **Rentabilité d'un produit d'Assurance-Vie –  
Projection du SCR & Mise en évidence de leviers de profitabilité**

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*

Pierre PICARD

*Entreprise : AXA France*

*Nom : Marie MAEDLER*

*Signature :*



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

David MARIUZZA

Olivier RENAUDIN

Xavier SERVEL

*Directeur de mémoire en entreprise :*

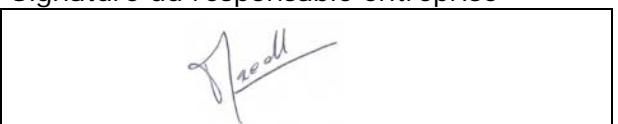
*Nom : Marie MAEDLER*

*Signature :*



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

*Signature du responsable entreprise*



*Secrétariat :*

*Signature du candidat*



*Bibliothèque :*



## Résumé

*Mots Clés : Assurance-Vie, Epargne, Rentabilité, Fonds €, Unité de Compte, Solvabilité 2, SCR, Provision Mathématique, Flux financiers, Capital Immobilisé, Résultats Distribuables, Projection, Déterministe versus Stochastique, Calibration de Drivers, Leviers de Rentabilité.*

La rentabilité des produits d'assurance-vie est un élément clé de la bonne santé financière des assureurs et donc de l'épargne française. De fait, l'environnement de taux bas actuel oblige les assureurs à trouver de nouveaux leviers de rentabilité. Ce sujet financier est au cœur des orientations stratégiques décidées par les instances managériales, sur les objectifs de production du marché (lancement de produits, affaires nouvelles et versements complémentaires) et sur les actions réalisées sur le stock.

Pour chiffrer la rentabilité, les produits d'Assurance-Vie ayant des échéances de long terme, il n'est pas possible d'utiliser des indicateurs financiers uniquement annuels. Il est nécessaire d'employer des indicateurs prospectifs, analysant les flux financiers sur l'ensemble de la durée de vie du contrat, comme la NBV (« New Business Value » = Valeur estimée du nouveau Business de l'année) ou le TRI (Taux de Rendement Interne = « IRR » en anglais = « Internal Rate of Return »).

Cette estimation financière nécessite de nombreuses informations sur l'assureur et les comportements moyens du client (rachats, versements, arbitrages, ...), et également, d'établir les besoins en capitaux de chaque produit.

La réglementation Solvabilité 2 entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> Janvier 2016 met en particulier, au sein du pilier I, l'accent sur la modélisation du capital de solvabilité requis, aussi appelé SCR = « *Solvency Capital Requirement* ». Le SCR vise à chiffrer l'impact financier sur les résultats et les fonds propres de l'assureur. Il simule le capital nécessaire correspondant à la VAR 99,5% à un an, permettant de limiter la probabilité de ruine de l'assureur à 1 an à 0.5%, via une approche modulaire, c'est-à-dire risque par risque. Cette précision nécessite d'une part une vision précise des expositions aux risques de chaque produit, et d'autre part d'importantes capacités de modélisation et de calcul, car l'impact financier doit être quantifié sur l'ensemble de la durée de vie du contrat.

Or, face aux impératifs Business nécessitant des réponses fiables et rapides, il faut modéliser aussi rapidement et précisément que possible, le capital à immobiliser sur l'ensemble de la durée de projection. Pour ce faire, la modélisation « Solvabilité 2 » étant coûteuse en temps de calcul, des estimateurs ont été mis en place pour projeter, de façon la plus rapide possible, le capital sous risque à toute date  $t$  (avec  $t > 0$ ), en fonction de l'exposition initiale aux risques et des différents paramètres inhérents au produit.

Ce mémoire a donc cherché à estimer les drivers de l'exposition aux risques, permettant d'optimiser la simulation des fonds propres à immobiliser, tout en préservant la précision du calcul du capital de solvabilité. Par ce gain de temps, des analyses plus fines des leviers de rentabilité pour chaque produit peuvent ensuite être menées, afin d'identifier les plus pertinents à activer pour assurer la pérennité et la rentabilité des sociétés d'assurance.

Dans cette optique d'identification des clés d'optimisation, la mise en place de Management Actions pour limiter les rachats, sécuriser les marges financières et encourager les versements complémentaires sera primordiale pour assurer des résultats bénéficiaires sur le long-terme. Limiter l'immobilisation de capitaux propres sera également un levier efficace.

De plus, dans le cadre d'une assurance plus citoyenne, plus responsable, un élément important de l'analyse sera l'équilibre de la relation triangulaire entre l'assureur, l'assuré et l'agent général. Satisfaire les attentes de ces trois acteurs sera un facteur-clé dans la réussite commerciale du produit.

## **Abstract**

**Key Words :** *Life Insurance, Savings Product, Profitability, Time Guarantee Product, Unit-Linked Product, Solvency 2, SCR, Mathematical Reserve, Cash-Flow, Capital Requirement, Distributable Earnings, Projection, Deterministic versus Stochastic, Drivers, Leverages of Profitability.*

The profitability of life-savings products is a key figure of the financial health of insurance companies and thus, of the French savings. The actual low-rate environment forces the insurance sector to find new leverage tools of profitability. This financial theme is the main focus of all management committees; they need to find how to manage the stock with high guarantees, how to develop new attractive and profitable offers and how to respect the European regulation "Solvency 2".

To estimate the profitability of long-term life-savings product, not only annual key performance indicators but also long-lasting figures are required to consider the cash-flows during the whole life of the contract. That's why pointers like the *NBV = New Business Value = "the expected global value of the new business of one year of production"*, or the *IRR = Internal Rate of Return = "the expected performance rate of the product"* will be used.

Such a valuation requires lots of data concerning the insurance company but also about the client and its behavior: how the lapses, the arbitrages, the future payments evolve year after year, ... what is the death rate of the portfolio, ... The calculation of the capital requirement is also needed and will have a significant impact on the global profitability indicator.

The Solvency 2 regulation has come into force on January 2016 1<sup>st</sup>, and its first pillar insists on the modelling of the Solvency Capital Requirement = "SCR". The aim of the SCR is to evaluate the financial impact on the cash-flows and on the shareholder's equities of such a crisis. All the shocks are aggregated together considering a modular view. The SCR represents the required capital to restrict the probability of ruin of the company over a year at 0.5%.

To get such accuracy, first, a perfect understanding of the exposure of the product to every risk will be necessary. Second, major abilities of modelling and calculation will be used, because the financial gap must be precisely quantified over the whole life of the product.

To succeed to face quickly and precisely the business requirement, it becomes necessary to model as fast and as accurate as possible, the capital needs over the whole life of the product. To solve that problem and to deal with the Solvency 2 time-consuming models, drivers have been estimated to plan the risk at each footstep  $t$  (with  $t>0$ ), based on the initial risk at  $t=0$  and on the parameters of the product.

This report explains the evaluation of the drivers of the risk exposure. It allows the user to increase the speed of the profitability model and of the estimation of the shareholder's equities, while preserving a quite good accuracy for the solvency ratio. This optimization enhances reliability concerning the plan of the capital requirement and boosts the profitability analysis of the new business.

With better information about profitability and financial risks, the market will be more confident and the sustainability of the insurer will be secured. To improve the benefits, some Management Actions like a restriction of the lapses, securing the financial margin or encouraging more investments from the client, could be great leverages to increase the profitability and to reduce the capital requirements.

Furthermore, nowadays because the consumer is more focused on the global benefits for the entire society – and not only on the net return –, insurers should create new well-balanced offers where all the actors of the insurance market, – the client, the middleman and the insurer –, are winners. Satisfying all of them will be the key of a great business success.

## **Remerciements**

Je souhaite adresser mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu, dans la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je désire remercier Marie Maedler, pour m'avoir offert l'opportunité d'entrer dans le Groupe AXA et pour m'avoir encadré et formé pendant tout ce temps. Avoir la chance de travailler à ses côtés fut très formateur tant d'un point de vue personnel que professionnel. Son management m'a permis de m'épanouir au sein de la Direction Technique et de traiter efficacement l'ensemble des thématiques abordées au sein de l'équipe Rentabilité & Réassurance.

Je remercie également l'ensemble de mes collègues de la branche Rentabilité & Réassurance, ainsi que de toute la Direction Technique dirigée par Jérôme Vierling, pour leur chaleureuse bonne humeur au quotidien et pour leur disponibilité sur l'ensemble des sujets traités.

Je souhaite également souligner l'aide apportée par le Conseil Scientifique d'AXA France, dont les conseils techniques ont été fort utiles pour finaliser ce mémoire.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble du corps pédagogique de l'ENSAE Paris Tech, ainsi que mon tuteur académique, Pierre Picard, pour l'aide apportée lors de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, mes remerciements vont également à ma famille et mes amis golfeurs, qui m'ont accompagné et encouragé, tout au long de ces dernières années, dans la réussite de mon projet scolaire et professionnel.

# Sommaire

Résumé .....	3
Abstract .....	4
Remerciements .....	5
Sommaire.....	6
Introduction Générale .....	8
<b>I. La Rentabilité d'un produit d'Assurance-Vie.....</b>	<b>11</b>
A. <i>Le Produit : Le Contrat d'Assurance-Vie.....</i>	11
1. <b>Le Contrat .....</b>	<b>11</b>
2. <b>Les Supports d'Investissements.....</b>	<b>14</b>
3. <b>Le client et son contrat.....</b>	<b>19</b>
B. <i>Modélisation des Performances Financières .....</i>	26
1. <b>Scénarios « Risque Neutre » et « Management Case » .....</b>	<b>26</b>
2. <b>Modélisation Stochastique du scénario Central.....</b>	<b>28</b>
C. <i>Modélisation de l'épargne du client.....</i>	29
1. <b>La Provision Mathématique .....</b>	<b>29</b>
2. <b>Hypothèses de modélisation .....</b>	<b>30</b>
3. <b>Evolution annuelle de l'épargne du client.....</b>	<b>42</b>
4. <b>Projection des flux financiers de l'assureur.....</b>	<b>44</b>
<b>II. Analyse de Rentabilité sous Solvabilité 2.....</b>	<b>50</b>
A. <i>Calcul du risque sous Solvabilité 2 .....</i>	50
1. <b>Modélisation du Capital immobilisé sous Solvabilité 1 .....</b>	<b>50</b>
2. <b>Solvabilité 2 .....</b>	<b>51</b>
B. <i>Modélisation des Risques &amp; Indicateurs de rentabilité.....</i>	58
1. <b>Indicateurs « bruts » .....</b>	<b>58</b>
2. <b>Estimation des chocs et du capital immobilisé.....</b>	<b>64</b>
3. <b>Indicateurs « améliorés » .....</b>	<b>69</b>
4. <b>Indicateur Client.....</b>	<b>72</b>
C. <i>Projection du SCR .....</i>	74
1. <b>Le Driver .....</b>	<b>74</b>
2. <b>Calibration des performances futures .....</b>	<b>74</b>

<b>III. Optimisation des Drivers du SCR &amp; Leviers de Rentabilité .....</b>	<b>81</b>
A. <i>Etude des drivers du SCR UC .....</i>	82
1. <b>Recherche d'un driver adéquat .....</b>	<b>82</b>
2. <b>Applications et Sensibilités du Driver .....</b>	<b>84</b>
B. <i>Etude des drivers du SCR € .....</i>	95
1. <b>Projection des Performances du fonds € .....</b>	<b>95</b>
2. <b>Applications et Sensibilités du Driver .....</b>	<b>96</b>
C. <i>Limites .....</i>	104
D. <i>Les Leviers de Rentabilité .....</i>	106
1. <b>Amélioration de la marge financière .....</b>	<b>106</b>
2. <b>Diminuer les rachats (totaux et partiels).....</b>	<b>107</b>
3. <b>Favoriser les versements libres ou périodiques .....</b>	<b>108</b>
4. <b>Encourager l'investissement dans les UC et autres supports moins coûteux en capital .....</b>	<b>109</b>
5. <b>L'équilibre tripartie et la réussite commerciale du produit .....</b>	<b>109</b>
<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>111</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>112</b>
<b>Note de Synthèse .....</b>	<b>114</b>
<b>Executive Summary.....</b>	<b>119</b>

## ***Introduction Générale***

La directive européenne assurantielle Solvabilité 2, applicable depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 2016, a obligé le monde de l'assurance à revoir en profondeur la modélisation des risques associés à leurs activités, aussi bien dans les domaines de l'Assurance-Vie, que de l'Assurance Non-Vie.

L'instauration de cette réglementation a sollicité d'importantes ressources financières, techniques et humaines, au cours des années passées : mise en place des 3 piliers Solvabilité 2 (Pilier I : Exigences Quantitatives – Pilier II : Exigences en matière d'organisation et de gouvernance – Pilier III : Exigences en matière d'informations prudentielles et de publications) & développement des outils de calcul du capital à immobiliser.

Dans le cadre de l'Assurance-Vie, les assureurs sont passés d'une modélisation « Solvabilité 1 » où le capital immobilisé était proportionnel aux engagements, à une situation où les exigences capitalistiques reposent sur les risques économiques du produit. Cette estimation des risques encourus peut être chiffrée de différentes manières, soit par une formule standard définie par la réglementation Solvabilité 2, soit par un modèle interne développé par l'assureur et validé par l'ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution), soit par un mélange de ces 2 solutions.

Aujourd'hui, associée à la conjoncture économico-financière avec des taux d'intérêt très bas entraînant une baisse importante des rendements des produits d'assurance-vie les plus communs, la législation « Solvabilité 2 » est au centre des nouveaux plans stratégiques redessinant le marché français de l'Assurance-Vie.

L'Assurance-Vie conserve toujours sa place centrale dans le patrimoine financier des ménages français, grâce à sa souplesse et son statut fiscal lui permettant de couvrir d'innombrables demandes : succession & transmission de patrimoine, recherche d'une épargne garantie et performante, etc. Malgré un niveau des taux longs exceptionnellement bas, l'assurance-vie reste le placement préféré des Français (40% de leur patrimoine financier) et pèsent près de 1921 milliards d'euros à fin 2016, dont 1620 milliards d'euros sur les supports euros.<sup>1</sup>

### **L'Assurance-Vie et les Français**

*D'après une enquête Ipsos pour la Fédération Française de l'Assurance, sur les Français et l'Epargne et l'Assurance-Vie. (Enquête auprès de 1009 personnes constituant un échantillon représentatif de la population française âgée de 18 ans et plus interrogées par Internet – Février 2017 – Méthode des Quotas)*

53% des Français détiennent un contrat d'assurance-vie, avec une légère surreprésentation des cadres et retraités. Leur premier objectif est de sécuriser leur avenir ou celui de leurs proches. Pour 75% des détenteurs, l'assurance-vie est un support intéressant grâce à sa faible fiscalité sur le long-terme, et au besoin, et si l'avantage fiscal était décalé à 12 ans au lieu de 8 ans, 42% des détenteurs conserveraient leur contrat au-delà de l'échéance pour profiter de la défiscalisation.

Cette étude met également en avant la recherche de stabilité et de sécurité de l'épargne. Près de 72% des français recherchent prioritairement le risque zéro, malgré les rendements faibles fournis par les produits correspondants. L'appétence au risque est un peu plus marquée chez les hauts revenus, mais reste plutôt marginale (35% des hauts revenus). Néanmoins, avec un bonus fiscal, cela pourrait attirer beaucoup plus d'épargnants.

<sup>1</sup> ACPR – Analyses et Synthèses – n°84 – « Revalorisation 2016 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante épargne et retraite individuelle »

Pour autant, le marché est en train d'évoluer vers des produits moins coûteux en capitaux car offrant moins de garanties, comme les Unités de Compte (= « UC ») ou le produit Euro-Croissance, permettant aux assureurs de conserver une rentabilité suffisante malgré un environnement macro-économique peu favorable.

En 2016, aidée par une dynamique boursière positive, 84% de la collecte nette de l'assurance-vie a été réalisée sur des supports contenant des unités de compte (essentiellement sur des fonds multi-supports, mixant fonds € offrant une garantie en capital à tout instant et fonds en Unités de Compte pour aller chercher du rendement mais sans garantie de capital) ; de moins en moins d'assureurs acceptent les investissements à 100% sur des fonds € garantis.

En 5 ans, la collecte brute sur les Unités de Compte est passée d'environ 12% à 20%, et a grimpé à 27% sur le 1<sup>er</sup> trimestre 2017 pour l'ensemble du marché de l'assurance. Chez certains assureurs comme AXA où la production d'Unités de Compte est centrale, le taux d'Unités de Compte sur la collecte brute approche même les 40%. La transition vers les fonds en Unités de Compte est en cours.

La rentabilité des produits pour l'assureur est un élément clé de la bonne santé financière des assureurs et donc de l'épargne française. De fait, l'environnement de taux bas obligeant les assureurs à trouver de nouveaux leviers de rentabilité, ce sujet financier est au cœur des orientations stratégiques décidées par les instances managériales, sur les objectifs de production du marché (lancement de produits, affaires nouvelles et versements complémentaires) et des arbitrages réalisés sur le stock – tout en tenant compte du devoir de conseil.

Pour chiffrer la rentabilité, les produits d'Assurance-Vie ayant des échéances de long terme, il n'est pas possible d'utiliser des indicateurs financiers uniquement annuels. Il est nécessaire d'utiliser des indicateurs prospectifs, analysant les flux financiers sur l'ensemble de la durée de vie du contrat, comme la NBV (« New Business Value » = Valeur estimée du nouveau Business de l'année) ou le TRI (Taux de Rendement Interne = « IRR » en anglais = « Internal Rate of Return »).

Cette estimation financière nécessite de nombreuses informations sur l'assureur et les comportements moyens du client (rachats, versements, arbitrages, ...), et également, d'établir les besoins en capitaux de chaque produit. Cette étape est la plus coûteuse du point de vue du temps et de la complexité, car il s'agit d'estimer l'exposition du produit à chaque risque financier (choc action, choc de taux, ...) et technique (choc de mortalité, de longévité, ...), en fonction des caractéristiques de l'assureur et des clients. Ce calcul peut être fait soit de manière déterministe, de façon assez analogue à la formule standard Solvabilité 2, soit de manière stochastique afin d'évaluer précisément les risques et d'en connaître la dispersion.

Or, face aux impératifs Business nécessitant des réponses fiables et rapides, il faut modéliser aussi rapidement et précisément que possible, le capital à immobiliser sur l'ensemble de la durée de projection. Pour ce faire, la modélisation « Solvabilité 2 » étant coûteuse en temps de calcul, des estimateurs ont été mis en place pour projeter, de façon la plus rapide possible, le capital sous risque à toute date  $t$  (avec  $t > 0$ ), en fonction de l'exposition initiale aux risques et des différents paramètres du produit.

Ce mémoire a donc pour but de calibrer les estimateurs reflétant l'exposition aux risques et permettant d'optimiser la rapidité d'exécution des programmes de calcul des fonds propres à immobiliser, tout en préservant la précision du calcul du capital de solvabilité. Cette optimisation permettra de fiabiliser la projection des besoins en capitaux et d'accélérer les analyses de rentabilité des nouvelles affaires.

De fait, par ce gain de temps, des analyses plus fines des leviers de rentabilité pour chaque produit

pourront être menées, afin d'identifier les plus pertinents à activer pour assurer la pérennité des sociétés d'assurance. Dans cette optique d'identification des clés d'optimisation de la rentabilité, et dans le cadre d'une assurance plus citoyenne, plus responsable, un élément crucial de l'analyse sera l'équilibre de la relation triangulaire entre l'assureur, l'assuré et l'agent général. Satisfaire les attentes de ces trois acteurs sera un facteur-clé dans la réussite globale du produit.

Pour aboutir à ces conclusions, dans une première partie, nous détaillerons les différentes composantes d'un contrat d'assurance-vie permettant de calculer les flux financiers du produit.

Dans une seconde partie, nous évoquerons les principaux outils prospectifs d'évaluation de la rentabilité financière, et plus spécifiquement de la rentabilité du New Business. Nous aborderons également le cadre Solvabilité 2 avec l'estimation de l'exposition au risque et le calcul du capital à immobiliser.

Par la suite, nous étudierons les différentes modélisations possibles des drivers et l'impact sur la rentabilité. La détermination de drivers fiables pour la projection des risques des produits d'épargne permettra de mettre en avant les leviers majeurs de rentabilité des produits d'assurance-vie.

## ***I. La Rentabilité d'un produit d'Assurance-Vie***

Dans ce chapitre, l'objectif est de définir les contrats d'assurance-vie, afin de comprendre, par la suite, comment l'assureur modélise l'évolution de l'épargne du client. Avec l'ensemble des hypothèses qui seront détaillées, l'assureur sera capable d'estimer finement l'ensemble des composantes des flux financiers et de réaliser des prévisions sur la rentabilité du produit, ses marges financières et ses expositions aux différents risques.

Dans un premier temps, les caractéristiques d'un contrat d'Epargne Assurance-Vie seront décrites pour se familiariser avec la sémantique utilisée dans la suite du rapport. La partie suivante s'attardera sur la modélisation de ces produits, tant financière que technique, dans une optique d'analyse de rentabilité.

Cette description se continuera au cours du second chapitre de ce mémoire, en se focalisant sur la modélisation sous Solvabilité 2, les indicateurs de rentabilité de l'assureur et de l'assuré, etc.

*Ce chapitre se veut généraliste et didactique pour bien identifier les éléments structurants d'un contrat d'assurance-vie et les sous-jacents des analyses de rentabilité.*

### ***A. Le Produit : Le Contrat d'Assurance-Vie***

*Les raisons d'ouverture d'un contrat d'assurance-vie sont multiples : financer les études de ses enfants, préparer sa succession, sa dépendance ou sa retraite, etc. Cela dit, l'un des motifs principaux est l'investissement pour créer une épargne de long terme.*

*Pour répondre à ce besoin, différents supports d'investissement sont proposés par l'assureur, qui se rémunérera, pour tout ou partie, en fonction des rendements financiers qui seront servis.*

#### ***1. Le Contrat***

Un contrat, selon le Code Civil Article 1101, est « une convention par laquelle une ou plusieurs personnes s'obligent, envers une ou plusieurs autres, à donner, à faire ou à ne pas faire quelque chose ». Dans le domaine de l'assurance, le point central est l'occurrence d'un évènement/sinistre.

Le contrat représente donc l'engagement pris par les différentes parties prenantes, et la police d'assurance matérialisera l'existence du contrat, avec les conditions générales et autres documents réglementaires.

Par « contrat d'Assurance-Vie », seront désignés, dans l'ensemble de ce mémoire, les contrats contenant une garantie en cas de vie et une garantie en cas de décès. En théorie, un contrat d'assurance-vie garantit, en fonction du versement d'une prime par l'assuré, le paiement d'une somme d'argent en cas de survenance d'un évènement lié à la vie de l'assuré (*« l'assuré » est défini dans la suite de ce paragraphe I.A.1.*).

#### ***a. Les Garanties principales***

Il existe deux garanties dans les contrats d'assurance-vie :

-celle en cas de décès, qui assure au bénéficiaire, en cas de décès de l'assuré avant l'échéance du contrat, le versement d'une rente ou d'un capital,

-celle en cas de vie, qui assure au bénéficiaire, le versement d'une rente ou d'un capital en cas de vie de l'assuré à l'échéance du contrat.

La « vraie » assurance-vie est très peu commercialisée, tandis que l'assurance en cas de décès est un produit phare de nombreux assureurs (et est par exemple, plus connue sous le nom d'assurance-emprunteur dans le cas d'assurance pour un prêt immobilier).

L'assurance-vie telle qu'elle est mentionnée dans la suite, et telle qu'elle est vendue aux épargnants, est un produit d'épargne qui cumule les deux garanties.

### *b. Les Parties Prenantes*

Les parties prenantes de cet engagement contractuel peuvent être plus ou moins nombreuses, et interviennent à différents moments :

-L'Assuré : il s'agit de la personne qui concentre le risque ; dans le cadre actuel, le risque concerne sa survie ou son décès. La survie à terme, ou le décès, seront l'élément déclencheur du contrat et entraîneront le paiement d'une rente ou d'un capital par l'Assureur. (*L'assuré peut être une personne physique ou morale*)

-Le Souscripteur : il signe le contrat. Habituellement, il s'agit également de l'assuré.

-Le Bénéficiaire : il percevra la prestation. Dans le cadre d'une transmission de patrimoine, il pourrait par exemple s'agir de la descendance du défunt.

-Le Payeur de Prime/Cotisation : il effectue initialement puis éventuellement périodiquement des versements sur le contrat d'assurance. Usuellement, il s'agit également de l'assuré.

-L'Assureur (ou Société d'Assurance) : il touche les primes, cumule et agrège les risques, et verse les prestations en cas de d'évènement déclencheur. La société d'assurance-vie est une entité qui couvre donc des risques dépendants de la durée de vie humaine. *Dans le cas où l'assureur est une société commerciale, on utilisera communément le terme de « primes », tandis que pour les mutuelles, on préférera le terme de « cotisations ».*

-L'Intermédiaire commercial : il fait le lien entre, a minima, le souscripteur et l'assureur. Une distinction doit être faite entre les réseaux propriétaires d'un assureur et les réseaux non-propriétaires comme les courtiers ; le représentant du réseau propriétaire se présente comme mandataire d'une unique compagnie d'assurance. Celui du réseau non-propriétaire sera le mandataire du client/assuré/souscripteur ; il peut distribuer des produits de compagnies différentes et cherche le produit d'assurance le plus adapté à son client.

Ce produit d'assurance-vie ne sera commercialisé que par certaines sociétés d'assurance. En effet, l'exercice de l'activité d'assureur requiert différents agréments définis à l'article R321-1 du code des assurances. Les branches d'activité 1 et 2 pourront, seules, être accordées à des entités vie et non-vie, mais autrement, tout autre agrément empêchera le cumul d'activités vie et non-vie, suite à l'article L321-1. Les branches 3 à 18 concernent l'assurance non-vie, et les branches 20 à 26 l'assurance-vie. Ainsi, seuls les assureurs avec un agrément pour les branches 20 à 26 proposeront des produits d'assurance-vie. (*Néanmoins, au sein d'un même groupe, il est possible d'avoir plusieurs entités juridiques distinctes qui s'occuperont pour certaines de l'assurance-vie, et pour d'autres, de l'assurance non-vie.*)

*Les hypothèses et conditions générales plus liées à l'opérationnel ou au juridique seront*

volontairement peu détaillées, car annexes à la problématique mathématique de rentabilité financière. Pour autant, elles ne pourront pas être entièrement occultées, car elles sont parties prenantes de la structure du produit, et au cœur de nombreuses problématiques comme l'estimation du risque opérationnel (cf. partie II).

### *c. Avantage Fiscal de l'Assurance-Vie*

Les produits d'assurance-vie se démarquent d'autres produits d'épargne, grâce à leur imposition plus favorable, surtout à long-terme. Ce bonus fiscal est une des raisons principales de l'engouement national pour ce produit d'épargne.

Cette diminution du taux d'imposition vise à allonger la durée moyenne de détention des contrats d'assurance-vie, afin de favoriser l'investissement de long-terme, plus profitable à l'économie et à la croissance, et plus rentable pour l'ensemble des acteurs.

Si on laisse de côté le sujet des abattements fiscaux et des diverses exceptions et exemptions, l'avantage fiscal consiste à diminuer le taux d'imposition des plus-values réalisées. En cas de choix de l'option « Prélèvement forfaitaire libératoire » lors de la clôture définitive du contrat et d'une sortie en capital, selon l'ancienneté du produit, si la durée du contrat est inférieure à 4 ans, le taux d'imposition sur les plus-values s'élèvera à 35%, puis à 15% en cas de retrait entre la 4<sup>ème</sup> année et la 8<sup>ème</sup> année, et diminuera à 7.5% en cas de durée supérieure à 8 ans.

A cet impôt, s'ajoutent les prélèvements sociaux, qui représentent 15,5% des plus-values depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2012.

**Tableau 1 : Assurance-Vie et Fiscalité : Sortie en capital en cas de vie**

Antériorité du Contrat	Prélèvements Sociaux	Taux des Prélèvements Fiscaux
< 4 ans		35%
Entre 4 et 8 ans	15.5%	15%
> 8 ans		7.5%

**Commentaires :** Si le rachat intervient après 8 ans, un abattement fiscal est prévu (mais ne s'applique pas pour les prélèvements sociaux) : les produits financiers profitent d'un abattement annuel de 4600 Euros pour une personne seule et 9200 Euros pour un couple marié ou lié par un PACS et soumis à une imposition commune.

En cas de sortie en rente, l'imposition des plus-values réalisées dépendra de l'âge de mise en place de la rente.

**Tableau 2 : Assurance-Vie et Fiscalité : Sortie en rente en cas de vie**

Age de début de la rente	Avant 50 ans	De 50 à 59 ans	De 60 à 69 ans	Après 70 ans
Proportion de la rente imposée	70%	50%	40%	30%

**Commentaires :** Plus le passage en rente est tardif, moins la rente sera imposée. Cela vise toujours à favoriser une épargne de long-terme, plus rentable pour l'ensemble des acteurs.

En cas de décès, les prestations versées ne seront pas prises en compte dans la succession de l'assuré, et le montant imposable dépendra de l'âge de l'assuré au moment de la cotisation.

*Pour plus d'informations, il est possible de se référer aux articles 757-B et 990-I du code général des impôts.*

Cet avantage fiscal joue un rôle fondamental dans la vie du contrat, surtout en ce qui concerne le timing des rachats (*cf. point I.A.3.b*). En effet, les taux de rachat juste avant la 4<sup>ème</sup> année sont en baisse, car les assurés sont fiscalement incités à conserver leur épargne quelques mois supplémentaires, pour profiter du bonus fiscal. Le même phénomène se reproduit également juste avant la 8<sup>ème</sup> année. De fait, l'incitation fiscale influe fortement sur la durée moyenne des contrats : l'ancienneté moyenne des encours en assurance-vie s'élevait ainsi, en 2012, à 8.3 années (avec près des deux tiers des contrats ayant plus de huit ans, et près de la moitié ayant plus de douze ans)<sup>2</sup>.

**Contexte actuel :** Le gouvernement du président Emmanuel Macron étudie actuellement différentes réformes sur la taxation des revenus du capital. Une évolution de la fiscalité de l'assurance-vie vers une fiscalité unique est envisageable et pourrait influencer fortement les désirs d'investissements des clients : fonds €, supports en Unité de compte, investissement dans les entreprises privées ou dans l'immobilier, etc.

## **2. *Les Supports d'Investissements***

*Un contrat d'assurance-vie comporte aujourd'hui trois grandes catégories de supports d'investissements aux caractéristiques spécifiques : le fonds Euro, les fonds UC (UC pour « Unité de Compte »), et depuis peu, le fonds Euro-Croissance. L'assuré répartira son épargne sur ces différents supports en fonction de ses objectifs d'investissement et de son profil de risque.*

### ***a. Le Fonds Euro***

Le fonds € est historiquement le fonds le plus répandu chez les assureurs. A l'exception de quelques produits récemment commercialisés, le fonds € garantit une revalorisation annuelle nette de frais de gestion, positive ou nulle du capital de l'épargnant, quel que soit le rendement des actifs financiers dans lesquels l'assureur a choisi d'investir l'épargne de son client.

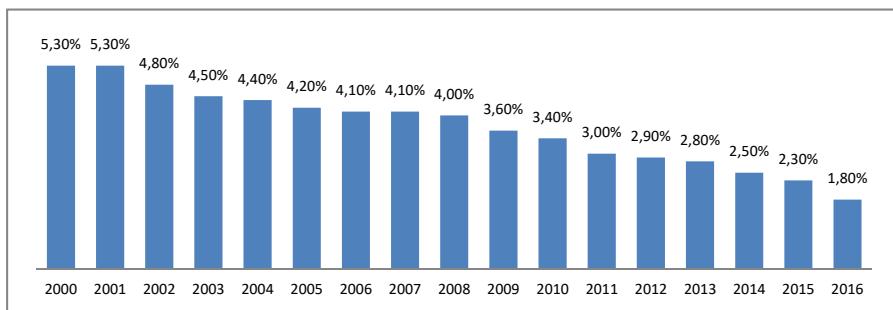
Autrement dit, l'assureur porte la grande majorité du risque financier ; si l'épargne subit une performance négative une année, l'assureur devra piocher dans ses marges ou ses fonds propres pour combler le delta et servir au client une performance au moins nulle.

Beaucoup des vieux contrats fonds € contiennent des taux minimums garantis ; dans ce cas, l'assureur s'engage à servir chaque année une performance, nette de tous frais, supérieure à ce taux. Les contrats 100% fonds € sont appelés contrat mono-support en euro. *Plus d'informations sur la revalorisation et la marge assureur, en partie I-A-3-c.*

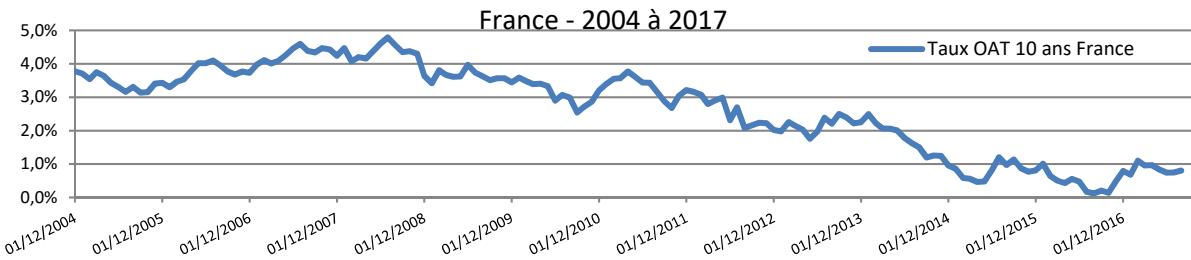
---

<sup>2</sup> Source : Rapport Berger-Lefebvre sur l'épargne financière et sur les besoins de financement de l'économie, remis aux ministres Pierre Moscovici et Bernard Cazeneuve, le 2 avril 2013. Ce rapport met en avant deux objectifs principaux : consolider la confiance des épargnants et mieux inciter aux placements longs et plus risqués pour répondre aux besoins de financement des PME, des ETI et du secteur du logement.

**Figure 1A – Performances moyennes nettes des fonds Euros de 2000 à 2016 des sociétés d'assurance**



**Figure 1B: Evolution des Taux des Obligations Assimilable du Trésor 10 ans**



Source : 1A – Fédération Française des Sociétés d'Assurance & 1B – Banque de France

**Commentaires :** Depuis 16 ans, parallèlement à la chute des taux d'emprunt d'état, les taux servis sur les fonds €, étant majoritairement drivés par les rendements de ces obligations d'état, ont diminué de près de 3.5%.

Avec la chute des rendements observée au cours de la dernière décennie, et afin d'offrir au client des solutions toujours plus innovantes et performantes, les contrats multi-supports, offrant d'une part un accès au fonds € classique à capital garanti, et d'autre part un accès aux fonds en Unité de Compte, ont désormais le vent en poupe.

#### *b. Les Fonds en Unités de Compte :*

Les contrats à support en UC = « Unité de Compte » sont appelés « fonds en Unité de Compte », car le client achète initialement un nombre de parts (ou unités de compte) N au prix P. Le seul engagement de l'assureur consiste à rendre à l'assuré un nombre défini de parts. Il n'existe aucune contrainte sur la valeur liquidative de la part. La valeur de la part évoluera en fonction des aléas des marchés financiers. La rémunération du contrat d'épargne est calculée après que l'assureur a touché sa marge financière.

**Exemple :** Si un client investit 1000€ sur 50 unités de compte d'une valeur nominale de 20€, l'assureur doit au client 50 unités de compte lors de sa sortie. Ainsi, si au bout d'un an, la valeur unitaire est désormais de 30€, le client aura une épargne de 1500€. Inversement, si l'encours chute à 10€, l'assureur ne devra que 500€ à l'épargnant. L'assuré n'est pas sûr de retrouver son investissement initial.

De fait, le risque financier est essentiellement porté par l'assuré (l'assureur restera néanmoins impacté, mais au second ordre, surtout à cause d'une prise de frais sur encours inférieure par effet d'assiette). En revanche, les contraintes moindres concernant l'engagement de l'assureur, lui permettent de prendre plus de risques et donc d'aller potentiellement chercher plus de performances sur les marchés

financiers (avec également, un risque de pertes plus important). Les supports d'investissement des unités de compte sont variés : obligations, actions, SICAV, SCPI, SCI, OPCI, ...

Ainsi, le capital de l'assuré n'est pas garanti mais l'épargnant peut espérer des rendements plus importants que ceux offerts par les contrats à support euro. *Plus d'informations sur la revalorisation et la marge assureur, en partie I-A-3-c*

Pour le client, il s'agit donc de trouver, en fonction de son appétence au risque, son meilleur équilibre entre garantie – via un investissement partiel sur le fonds € –, et performance – via un investissement complémentaire sur les fonds UC –, et cela, grâce aux fonds multi-supports.

#### **Dérives et Réglementation :**

La réglementation de l'ACPR (= « Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution » = Institution française surveillant les secteurs de l'assurance et de la banque) et le devoir de conseil (= obligation de l'intermédiaire de vendre le produit adéquat) visent, entre autres, à éviter les dérives de commercialisation. L'allocation €/UC vendue à l'assuré doit correspondre avec son profil de risque.

*Par exemple, vendre un fonds 100% UC à un client de 70 ans très averse au risque ne semble pas correspondre au profil de risque du client, et met l'assureur face à un risque opérationnel de défaut de conseil.*

*(Les autres missions de l'ACPR sont détaillées en partie II-A)*



#### **Les besoins en Capitaux : fonds € versus fonds UC**

L'activité d'assurance ne nécessite théoriquement pas d'investissement initial pour démarrer l'exercice, l'assuré payant les primes avant de toucher les engagements dus. Néanmoins, pour exercer son activité d'assurance, la réglementation oblige l'assureur à immobiliser des fonds propres pour pouvoir toujours servir les garanties dues aux clients hors situations exceptionnelles.

De fait, plus les garanties du client sont importantes, plus les besoins en capitaux seront élevés. Ainsi, le fonds € requiert une immobilisation plus importante que le fonds UC.

Or, ce capital immobilisé, qui est placé sur des rendements très peu risqués, a un rendement très faible donc plus les besoins seront élevés, plus le manque à gagner sera important. A choisir, à marges-financières équivalentes, l'assureur préférera donc vendre des fonds UC.

*Le calcul explicite des besoins en capitaux sera détaillé plus amplement dans la partie II de ce rapport.*

Pour tenir compte des attentes des assurés (un capital garanti et des rendements performants), tout en restreignant au minimum les contraintes d'immobilisation de capitaux, de nombreux assureurs ont développé un produit à mi-chemin entre fonds € et fonds UC. Ce troisième type de fonds est communément appelé « fonds Euro-Croissance ».

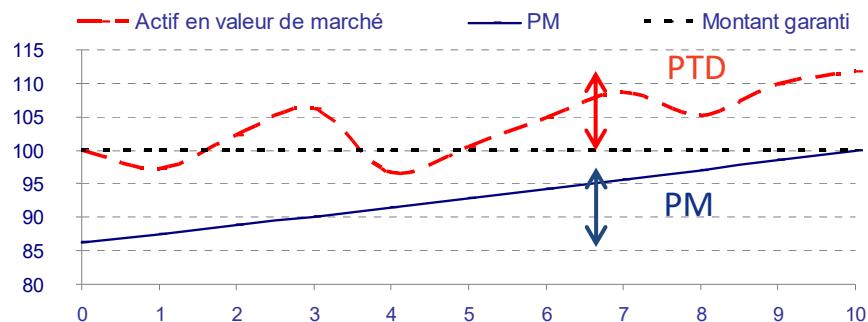
#### *c. Le Fonds « Euro-Croissance »*

A l'inverse du fonds € qui offre une garantie en capital à tout instant, le fonds €-Croissance n'offre une garantie qu'à terme (au moins 8 ans sur la majorité des produits distribués actuellement). Avant

l'échéance, si le client souhaite sortir, sa valeur de rachat peut être supérieure ou inférieure au capital initialement investi.

*Exemple simplifié :*

**Figure 2 : Illustration de l'évolution de l'épargne investie sur un produit €-Croissance**



**Commentaires :** Le client investit 100€ et souhaite une garantie à terme, au bout de 10 ans, de 100€. Grâce à cette vision à long-terme, l'assureur, au lieu d'investir +/-99€ sur des obligations d'état peu risquées pour être sûr de servir 100€ à tout instant comme sur un fonds €, n'investira sur ces produits financiers que 86.2€, le reste étant investi sur des actifs plus risqués.

En effet, si le taux d'actualisation (=90% du taux de l'échéance constante) vaut 1.5% :

$$86.2\text{€} * (1 + 1.5\%)^{10} = 100 \text{ €}.$$

Autrement dit, il suffit de placer 86.2€ sur un placement quasi-sûr, comme pour le fonds €, pour assurer la garantie à l'échéance. On appellera cette part de la prime, la provision mathématique (=PM).

De fait, les 13.8€ restants vont pouvoir être investis sur des placements plus risqués pour espérer fournir ainsi une meilleure performance au client qu'un fonds 100% €. Cette seconde division de la prime sera nommée provision technique de diversification (=PTD), et sera découpée en part, comme les UCs.

(Il s'agit d'une vision simplifiée du produit, pour identifier les différences avec les fonds € et UC – on ne suppose aucune hypothèse de rachat ou de mortalité dans le cas présent).

Avec le produit « Euro-Croissance », l'assureur et le client sont gagnants, dès lors que le besoin d'épargne est un besoin à moyen-long terme.

Le client y gagne car la garantie moindre permet à l'assureur d'aller chercher plus de performances sur les marchés financiers. L'assureur y gagne car la garantie moindre nécessite une immobilisation plus faible de capital et les performances plus élevées permettent de prendre plus de frais.

C'est pourquoi, le produit « Euro-Croissance » est soutenu aussi bien par les instances réglementaires, l'Etat et les assureurs. Il est une solution attrayante face à la chute de performance du fonds €, tout en conservant une garantie, chère aux épargnants, que ne proposent pas les fonds UC.

*Ce produit ne sera pas traité dans la suite de ce mémoire.*

**Tableau 3** : Rendement moyen des placements financiers en 2016 (Source : FFA 2017)

<b>Assurance-Vie Support UC</b>	3.9% (taux très variable selon les UCs)
<b>Assurance-Vie Support EuroCroissance</b>	Cible à 3-3.5% - entre € et UC (bonifiée via le transfert de richesse du fonds €)
<b>Assurance-Vie Support €</b>	1.8%
<b>Livret A</b>	0.75%
<b>Taux Euribor 3 mois (au 01/12/2016)</b>	-0.313%

**Commentaires** : La performance espérée de l'EuroCroissance se situe logiquement, hors effet bonus du transfert de richesse du fonds € vers l'EuroCroissance, entre celle du fonds € et celle espérée des Unités de Compte.

Bien que légèrement moins liquide qu'un livret d'épargne comme le livret A, grâce à l'avantage fiscal, l'assurance-vie reste tout de même plus attractive financièrement que de nombreux placements financiers très liquides.

### 3. Le client et son contrat

*Tout au long de la vie du contrat, le client pourra moduler, dans les limites définies dans les conditions générales, les caractéristiques d'investissement de son épargne, et également, faire face aux différents aléas de la vie. De son côté, l'assureur optimise au mieux la gestion des flux et des investissements pour servir au client la meilleure performance possible. Cette gestion annuelle de ces divers supports d'investissements justifie la prise de frais par l'assureur.*

#### a. Les frais clients : Chargements et Frais de Gestion

Pour accéder aux différents fonds d'Epargne, le client doit payer, à l'acquisition et/ou annuellement, des frais à l'assureur.

A l'acquisition, ces frais sont communément appelés « chargements d'acquisition ». Ils sont directement pris sur la prime versée initialement par le client. Autrement dit, si les chargements d'acquisition sont de 1%, sur une prime de 100€, l'assureur encaisse immédiatement 1€ et place 99€ sur le produit désiré. La garantie du client est donc de 99€.

Aujourd'hui, la concurrence a fait fortement chuter ces taux, qui ne dépassent guère les 2% désormais<sup>3</sup>.

Les frais de gestion, sont quant à eux, prélevés annuellement sur la valeur de l'encours du client (*dans la mesure du possible pour le fonds € → cf. I.A.2.d pour identifier les exceptions*). Leurs valeurs dépendent des types de fonds choisis pour l'investissement. Ils représentent le prix annuel pour avoir accès aux fonds et vont permettre à l'assureur de couvrir ses frais de fonctionnement et de payer ses apporteurs d'affaires. Ces frais viennent diminuer la performance servie au client.

#### Frais de gestion : en hausse ou en baisse ?

Des chargements et des frais de gestion en hausse vont améliorer la marge de l'assureur, mais le coût plus élevé payé par le client pourrait être rédhibitoire et pénaliserait le chiffre d'affaires du produit faute de succès commercial.

A l'inverse, diminuer les frais de gestion pour attirer des clients est une solution attrayante, mais potentiellement dangereuse, car elle diminue fortement la marge de l'assureur et se base sur un effet volume qui compenserait le manque à gagner. Il y a donc un risque plus important, ce qui a un coût en capital.

Il s'agit donc de trouver le juste équilibre.

Au niveau du marché français, les frais de gestion sont sur une tendance baissière, à cause de la concurrence des nouveaux bancassureurs 100% en ligne. De plus, avec l'effondrement des rendements des fonds €, continuer à prendre des frais élevés n'est plus commercialement acceptable par le client. Le client souhaite à minima un partage équitable de la performance financière. C'est pourquoi, parmi les indicateurs étudiés dans le cadre d'étude de rentabilité, la performance client est désormais finement analysée.

<sup>3</sup> L'amendement de la loi du 15 Décembre 2005 porté par le sénateur UMP Philippe Marini, avait pour objectif de mettre fin aux dispositifs de produits à frais précomptés, où le client paye en première année une avance sur les frais futurs, en plafonnant le chargement initial à 5% de la valeur de rachat. De fait, tout le marché a par la suite diminué les chargements d'acquisition sur l'ensemble de ses produits, poussé en plus par une concurrence toujours plus forte.

## b. Allocations, Versements et Rachats

Lors de la souscription de son contrat, le client peut choisir d'investir son épargne sur différents fonds de placement ; il peut placer une partie de son investissement sur un fonds € (où son capital sera garanti), et le reste sur différents fonds UC (où son capital ne sera pas garanti). L'agent d'assurance conseille, en fonction du profil de risque de son client (calculé en fonction de l'âge du client, de la durée d'investissement, des revenus, des connaissances du marché et de la finance, de l'appétence au risque, ...), une répartition possible de l'épargne, l'assuré conservant la décision finale.

Ensuite, au cours de la vie du contrat, l'assuré peut agir de différentes manières sur son contrat.

Tout d'abord, il peut déléguer la gestion de son investissement à des sociétés expressément mandatées (qui optimiseront les fonds investis et les arbitrages entre les fonds € et UC) ou gérer lui-même l'évolution de son épargne. Dans ce cas, il réalisera par lui-même des arbitrages en fonction des opportunités du marché, entre les différents supports d'investissements à sa disposition.

*Dans la suite de la modélisation de ce mémoire, on supposera que l'épargne évolue en gestion libre selon les choix de l'épargnant, c'est-à-dire, que les sommes investies sur un fonds et les bénéfices/pertes associés resteront sur ce fonds, modulo l'impact des lois empiriques d'arbitrage.*

Par la suite, en fonction de ses besoins financiers ou de ses capacités d'épargne, l'assuré peut être amené à racheter tout ou partie de son épargne, ou sinon à effectuer des versements complémentaires.

Le rachat sera partiel ou total. Dans le premier cas, l'assuré récupère une partie de son investissement, mais conserve son contrat auprès de son assureur. Dans cette situation, l'antériorité fiscale du contrat sera conservée. Dans le second cas, l'assuré clôture son contrat et récupère l'ensemble de son épargne.

Une alternative au rachat partiel concerne les avances ; au lieu de racheter une partie du contrat, l'assuré demande une avance à son assureur – contre rémunération – afin de garder intact son contrat. Il s'agit en fait peu ou prou d'un prêt accordé à l'assuré. Ainsi, l'encours épargné reste le même et continue à travailler.

Dans le cadre de la modélisation de ces comportements de rachat, un module complémentaire sur le rachat dynamique lié à la concurrence est également inclus et sera évoqué en partie I-C-2-c.

A l'inverse, des versements supplémentaires peuvent être réalisés afin d'augmenter l'épargne du contrat. Dans le cadre de l'assurance-vie, la majorité des versements sont des versements « libres », autrement dit, l'assuré réalise, quand bon lui semble, des versements sur son contrat d'assurance-vie. Néanmoins, il est également possible de souscrire à des versements périodiques (en revanche, sur d'autres produits comme les placements retraite, les primes périodiques sont majoritaires).

*Sur toutes ces orientations possibles de l'épargne, des chargements (d'acquisition, d'arbitrages, sur versements, etc.) peuvent éventuellement être prélevés.*

### c. Performances financières des supports

#### Le fonds Euro :

Sur le fonds €, l'assureur doit, tout d'abord, verser annuellement au moins le taux d'intérêt garanti contractuellement. Ce taux peut être fixe sur la durée du contrat ou peut varier annuellement. Les deux cas les plus répandus sont les « Taux Minimum Garantis » fixes (=TMG) et les « Taux Minimum Garantis Annuels » (=TMGA). Concernant le TMGA, selon les produits, il existe différentes formules de calcul, une des plus communes étant : « le taux garanti pour une année civile, brut de prélèvements fiscaux et sociaux, est au moins égal à 65% de la moyenne arithmétique des deux derniers taux nets servis ».

#### Choix du taux garanti :

Pour éviter d'éventuelles dérives à la hausse des taux garantis aux clients, le Code des Assurances restreint le taux maximum pouvant être garanti (Article A132-3) : *Les taux garantis [...] ne peuvent excéder le minimum entre 150% du taux d'intérêt technique maximal défini aux articles A132-1 et A132-1-1 par référence à 75% du taux moyen des emprunts d'Etat (cf. encadré suivant pour la définition du TME) à la date d'effet de la garantie et le plus élevé des deux taux suivants :*

*120% de ce même taux d'intérêt technique maximal et 110% de la moyenne des taux moyens servis aux assurés lors des deux derniers exercices précédant immédiatement la date d'effet de la garantie.*

Aujourd'hui, seuls les vieux contrats conservent des taux garantis élevés. Les contrats les plus récents essayent de limiter les taux garantis. En effet, d'une part la réglementation Solvabilité 2 a renforcé le coût de ces garanties pour l'assureur via ses besoins en capitaux immobilisés, et d'autre part, le contexte actuel des taux bas constraint les assureurs à proposer des taux garantis toujours plus faibles, afin de leur permettre de conserver leur marge financière.

#### Quid du Taux d'Intérêt Technique ?

La réglementation du code des assurances mentionne un second taux : le taux d'intérêt technique. Ce taux sert à l'assureur, pour tarifer les contrats et comptabiliser les engagements. Il s'agit en fait du taux d'actualisation pour estimer l'engagement comptable à une date  $t$ . A l'inverse du taux minimum garanti, le taux d'intérêt technique ne peut être financé que par les produits financiers de l'exercice.

**Exemple :** Si l'assureur s'engage à verser un montant  $M$  dans  $X$  années, et si le taux d'intérêt technique s'élève à  $Y\%$ , alors l'engagement comptable à  $t=0$  est évalué à  $\frac{M}{(1+Y\%)^X}$  et est inférieur à  $M$ . Ainsi, plus le taux d'intérêt technique sera élevé, plus le prix payé par l'assuré lui sera avantageux.

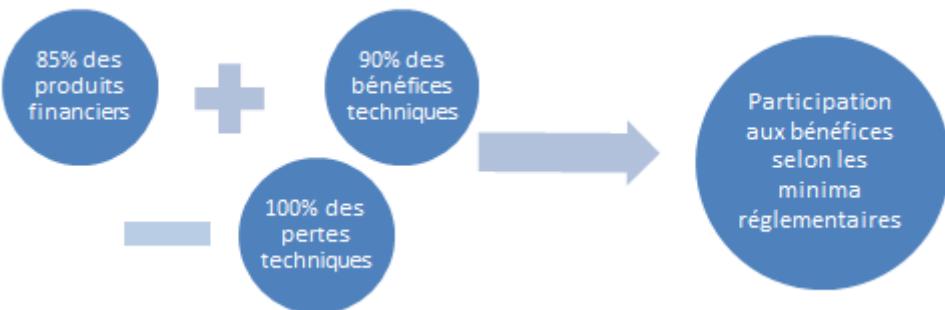
Ce taux est réglementé car, par prudence, il est préférable qu'il reste inférieur aux rendements financiers. De fait, l'article A132-1 du Code des Assurances définit l'évaluation de ce taux technique : *il doit être établi d'après un taux au plus égal à 75% du taux moyen des emprunts (= « TME ») de l'Etat français calculé sur une base semestrielle sans pouvoir dépasser, au-delà de huit ans, le plus bas des deux taux suivants : 3,5% ou 60% du taux moyen indiqué ci-dessus.*

Le TME est une moyenne semestrielle des OAT (Obligations Assimilables au Trésor) à 10 ans, évoluant par pas de 25 points de base (= « bp »), en cas de baisse de plus de 10bps ou de hausse de plus de 35bps. Le cadre d'évolution a la forme d'un tunnel avec un décalage plus rapide à la baisse qu'à la hausse, par mesure de prudence, une baisse des taux techniques nécessitant un réapprovisionnement rapide car l'engagement est revu à la hausse.

Ensuite, l'assureur doit reverser, à l'ensemble de sa masse d'assurés (et éventuellement de façon discrétionnaire s'il le souhaite), sous 8 ans, modulo ce qui a déjà été versé suite à l'engagement lié au taux garanti, au moins 85% des bénéfices financiers et 90% des bénéfices techniques, moins 100% des pertes techniques. Ces valeurs peuvent être contractuellement plus élevées que les minimums réglementaires cités.

Cette part de la revalorisation s'appelle la participation aux bénéfices.

**Figure 3 : Equation de la Participation aux Bénéfices**



**Commentaires :** La participation aux bénéfices est encadrée réglementairement et des seuils minimaux de redistribution sur 8 ans ont été définis.

Le processus de calcul de la participation aux bénéfices suit un algorithme d'optimisation complexe, propre à chaque entité, en fonction des opportunités & stratégies commerciales, des performances & aléas des marchés financiers, des provisions pour participations aux bénéfices déjà existantes ...

Les montants non-redistribués directement aux clients sont provisionnés par l'assureur dans une provision nommée « Provisions pour Participation aux Excédents » = « PPE » ou encore « Provisions pour Participation aux Bénéfices » = « PPB », et seront reversés ultérieurement, sous 8 ans.<sup>4</sup> Ce sujet de dotation de la provision pour participation aux bénéfices pouvant faire l'objet d'un mémoire à part entière, nous ne rentrerons pas plus en détails sur les outils de simulation et d'optimisation du processus. Merci de se référer aux mémoires cités ci-après.<sup>5</sup>

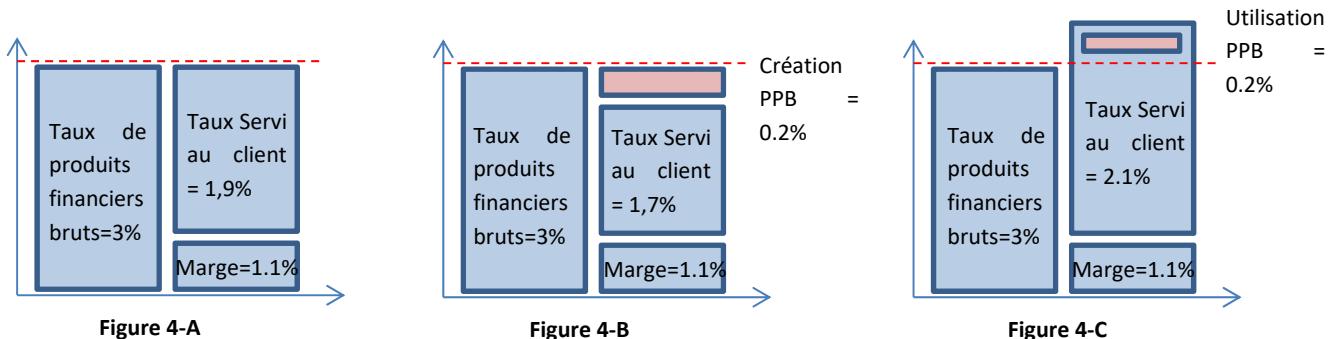
Dans la suite du mémoire, la clause de participation aux bénéfices incluant la prise de frais, on appellera « Clause PB » ou « Clause de Participations aux Bénéfices », la quote-part des produits financiers dans la clause de participation aux bénéfices.

Dans la majorité des simulations à venir, les taux de clause PB seront soit 90%, soit 100%, autrement dit, l'assuré récupère respectivement 90% et 100% de la performance financière. L'assureur conserve 10% et 0% venant compléter sa marge. Ces flux financiers seront rangés dans la catégorie des chargements, avec les frais de gestion prélevés sur l'encours.

<sup>4</sup> ACPR – Analyses et Synthèses – n°84 – « Revalorisation 2016 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante épargne et retraite individuelle » : La Provision pour Participation aux Bénéfices s'élèverait à un peu plus de 3% des Provisions Mathématiques de clôture à fin 2016. Quant à la réserve de capitalisation, elle atteint 1,4% des provisions vie.

<sup>5</sup> Dubois Astrid & Sylvain Mollet – « Pilotage de la Participation aux Bénéfices sur la durée de vie d'un produit ».

**Figure 4 : Illustration de taux servis et d'attribution de PB**



**Hypothèses :** Frais de gestion = 0.8% - Clause PB à 90%

**Commentaires :** Le taux à servir contractuellement est théoriquement égal à  $1.9\% = 3\% * 90\% - 0.80\%$ ; dans ce cas, la marge de l'assureur s'élève à  $1.1\% = 0.80\% + 10\% * 3\%$  (Figure 4-A). Cependant, l'assureur peut utiliser la provision pour participations aux bénéfices pour conserver des produits financiers pour les resserrer ultérieurement (Figure 4-B), ou pour booster le taux servi cette année (Figure 4-C). Si les provisions pour participations aux bénéfices sont nulles ou insuffisantes, l'assureur pourra également abandonner volontairement de la marge.

La provision pour participation aux bénéfices va permettre de lisser les résultats d'une année sur l'autre, ou d'imprimer une tendance souhaitée par le management.

Ainsi, le taux net servi sur les fonds € est calculé via la formule suivante :

$$\text{Max} (\text{TMG(A)} ; \text{Taux\_brut} * \text{Clause\_PB} - \text{Frais\_gestion})$$

**Tableau 4 –** Quelques exemples de taux nets servis au client sur le fonds €

Taux Brut	Clause PB	Frais de Gestion	Taux Minimum Garanti	Taux Net Servi	Marge Assureur
3.00%	100%	0.80%	0%	2.20%	0.80%
3.00%	100%	0.80%	2.50%	2.50%	0.50%
3.00%	90%	0.80%	0%	1.90%	1.10%
0.50%	100%	0.80%	0%	0%	0.50%
-2.00%	100%	0.80%	0%	0%	-2.00%

**Hypothèses :** La marge assureur est ici hors coûts/rémunérations sur encours. Elle ne tient compte que des frais de gestion et de la prise de marge sur la participation aux bénéfices.

**Commentaires :** Le tableau ci-dessus illustre bien que des taux minimums garantis élevés vont impacter fortement les marges des assureurs. De fait, les vieux contrats sur fonds € avec des taux garantis élevés et commercialisés il y a plusieurs dizaines d'années diminuent fortement la marge des assureurs historiques si les performances des actifs financiers ne sont pas suffisantes.

**Contexte actuel :** Avec l'environnement présent des taux bas, pour avoir la possibilité de sécuriser leur marge financière, les assureurs optent de plus en plus pour des clauses libres (c'est-à-dire que l'assureur choisit annuellement le taux de clause PB qu'il désire) ou a minima pour des taux fixes de clause PB inférieurs à 100%. De fait, la part conservée par l'assureur lui assure un complément financier important, surtout dans des optiques de calcul de ratio de solvabilité.

Depuis quelques temps, différents assureurs ont commercialisé des contrats avec garantie de revalorisation positive sur le fonds €, avant la prise des frais de gestion. Autrement dit, cela revient à dire que l'encours-client du fonds € peut, au pire, diminuer chaque année de la valeur des frais de gestion. Dans ce cas, la formule de calcul du taux net servi sur le fonds € devient la suivante :

$$\text{Max} ( \text{TMG(A)} ; \text{Taux\_brut} * \text{Clause\_PB} ) - \text{Frais\_gestion}$$

*Cet ajustement de formule revient à diminuer le taux minimum garanti du montant des frais de gestion. Ainsi, l'éventail des situations financières où l'assureur sera capable de prendre sa marge est plus vaste que précédemment.*

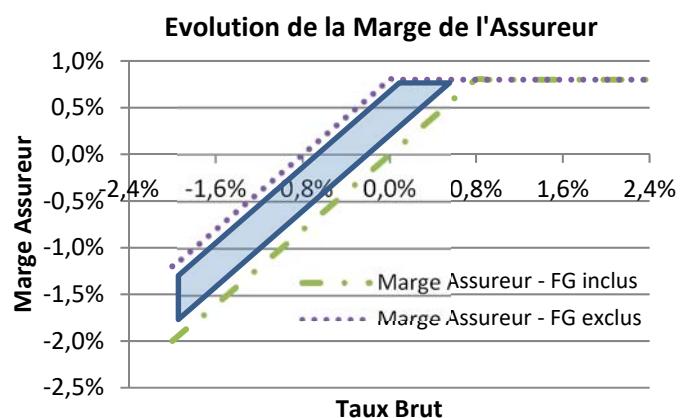
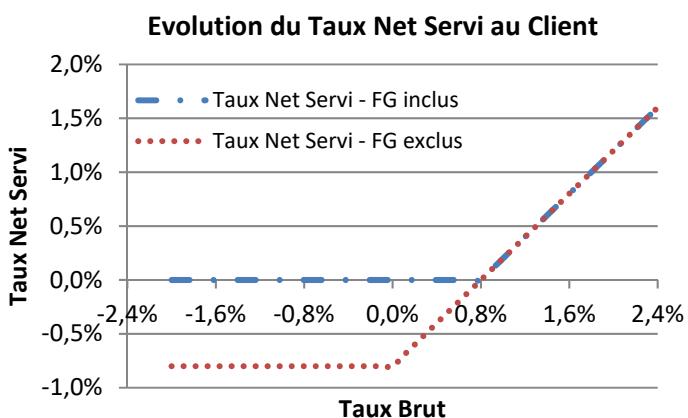
**Tableau 5** – Quelques exemples de taux nets servis au client sur le fonds €, avec les frais de gestion exclus de la garantie annuelle de revalorisation

Taux Brut	Clause PB	Frais de Gestion	Taux Minimum Garanti	Taux Net Servi	Marge Assureur
3.00%	100%	0.80%	0%	2.20%	0.80%
3.00%	100%	0.80%	2.50%	2.20%	0.80%
3.00%	90%	0.80%	0%	1.90%	1.10%
0.50%	100%	0.80%	0%	-0.30%	0.80%
-2.00%	100%	0.80%	0%	-0.80%	-1.20%

**Hypothèses :** La marge assureur est ici hors coûts/rémunérations sur encours. Elle ne tient compte que des frais de gestion et de la prise de marge sur la participation aux bénéfices.

**Commentaires :** En excluant les frais de gestion de la garantie annuelle de revalorisation du fonds €, l'assureur augmente sa marge financière dans des situations de taux bas, où auparavant il était obligé d'abandonner de la marge (cf. graphe suivant).

**Figures 5.a & 5.b :** Courbes d'évolution du taux net servi au client et de la marge assureur en fonction du taux brut du fonds €



**Hypothèses de modélisation :** Clause PB = 100% - Frais de Gestion = 0.80% -

Taux Garanti brut/net de frais : 0%

**Commentaires :** La figure 5.A. montre qu'en excluant les frais de gestion de la garantie du fonds €, le client peut avoir finalement une performance annuelle négative à hauteur des frais de gestion du produit.

La zone matérialisée en bleu sur la figure 5.B représente le gain de l'assureur via sa marge financière (les traits verts illustrent sa marge dans les produits historiques – les traits violets caractérisent sa

*nouvelle marge en excluant les frais de gestion de la garantie de revalorisation). En cas de taux bruts insuffisants, l'assureur devra abandonner de la marge ; dans la situation historique (traits verts), l'abandon de marge démarre dès que les taux bruts sont inférieurs aux frais de gestion (=0.80% ici). En allégeant la garantie (traits violets), l'abandon de marge ne démarre que lorsque les taux sont inférieurs au taux garanti (0% ici).*

*L'avantage de cette nouvelle formule se matérialise en situation de taux bas. Avec Solvabilité 2 (cela sera également explicité plus en détails dans les chapitres suivants), l'impact de cette évolution d'un point de vue « Capital Immobilisé » sera conséquent et très profitable car elle rend les situations exceptionnellement mauvaises encore plus rares.*

#### **Le fonds Unités de Compte :**

Sur les fonds en Unités de Compte, la revalorisation de la valeur de l'unité de compte (et donc de la valeur de l'encours) dépendra uniquement des performances financières des actifs sous-jacents diminuées des frais de gestion dus à l'assureur. On retrouve bien la situation précédemment évoquée (cf. I.A.2.b) où l'assureur conserve toujours sa marge liée aux frais de gestion.

Ainsi, usuellement, le seul écart entre la performance brute d'une unité de compte et la performance nette réside uniquement dans la prise des frais de gestion de l'assureur.

En complément, sur le marché des contrats en unités de compte, on trouve couramment différentes garanties complémentaires, comme la prise de frais pour surperformance, ou encore, la plus connue, la garantie-plancher.

La garantie-plancher, dans sa forme la plus générale, permet de garantir un montant minimum au bénéficiaire, en cas de décès dans l'année. Ainsi, elle est assez commune sur les contrats en Unités de Compte, et permet de couvrir, en cas de décès, la perte de valeur annuelle en cas de contexte financier défavorable, sur l'épargne en Unités de Compte, par rapport à un niveau de capital de référence. Selon le niveau de couverture choisi, les bénéficiaires peuvent récupérer jusqu'à l'intégralité des versements effectués au contrat, sans tenir compte de la valeur de l'Unité de Compte à la date de liquidation.

*Ce point conclut cette partie sur les hypothèses structurantes d'un point de vue rentabilité financière, apparaissant aux conditions générales des produits commercialisés.*

## ***B. Modélisation des Performances Financières***

*Cette partie vise à présenter dans quel cadre financier sont modélisés les produits d'assurance-vie au sein de la maquette d'analyse de rentabilité. Dans un premier temps, seront introduits les deux types de scénarios centraux qui serviront de référence pour l'étude. Dans un second temps, la modélisation stochastique sera introduite.*

### ***1. Scénarios « Risque Neutre » et « Management Case »***

*Les paragraphes suivants introduisent les 2 types de scénarios centraux qui permettront d'évaluer au mieux la profitabilité des produits, ainsi que les besoins en capitaux à immobiliser : le scénario Risque Neutre et le scénario Management Case.*

#### *a. Scénario Risque Neutre*

Le premier scénario, appelé « Risque Neutre », correspond à une modélisation coïncidant avec l'hypothèse fondamentale de la modélisation théorique en finance d'absence d'opportunité d'arbitrage : dans cette situation, les performances des actifs du marché (autrement dit, les actions, l'immobilier, les obligations) sont toutes identiques afin d'éviter les opportunités d'arbitrage.

L'absence d'opportunité d'arbitrage se base sur l'hypothèse que dans le marché étudié, il n'est pas possible d'obtenir un gain strictement positif avec une probabilité strictement positive pour un investissement nul.

L'univers de probabilité Risque Neutre a été développé dans une logique d'évaluation sans risque ; tous les actifs ont, en moyenne, une performance égale au taux sans risque.

La donne est légèrement différente concernant le fonds €, celui-ci profitant de la richesse latente du stock, c'est-à-dire, des marges du New Business des années précédentes (à cette époque, le marché obligataire étant à des taux plus élevés, pour la majorité des assureurs historiques, la performance latente du stock est largement supérieure à la performance disponible aujourd'hui sur le marché pour la majorité des assureurs historiques). De fait, la performance du fonds € va être différente de celles des actifs financiers.

Les scénarios financiers du fonds € sont générés par un département spécifique, et outre l'impact des allocations d'actifs, cette modélisation va tenir compte de l'effet dilution/relution et du renouvellement nécessaire des actifs du fonds, pour estimer le plus finement possible les performances du fonds €.

#### *b. Dilution & Relution du fonds €*

A l'inverse des unités de compte, où la performance pour l'assuré va uniquement dépendre de l'évolution de la valeur de l'UC entre la date d'achat et la date de vente, pour le fonds €, le mécanisme est plus complexe. En prenant une vision un peu extrême : là où pour les Unités de Compte, tout est individualisé, à l'opposé, sur le fonds €, tout est mutualisé entre les différents assurés.

Ainsi, un nouvel entrant va profiter de la performance existante du fonds €, et selon la situation actuelle des marchés financiers, le supplément d'épargne apporté sera placé (en obligations majoritairement), à un taux de rendement inférieur ou supérieur au taux du fonds €. Dans le cas où le marché est inférieur au fonds euro, on parlera de dilution du fonds €, et inversement, si les taux de marché sont meilleurs, on parlera de relution du fonds €.

En effet, la performance globale du fonds est dispatchée entre l'ensemble des assurés, toute ancienneté confondue. Dans la situation actuelle de taux bas, les nouveaux entrants obligent l'assureur à investir sur des produits à rendement faible, alors que le portefeuille avait été investi à des niveaux bien meilleurs les années précédentes. Ainsi, dans un tel environnement, on parlera de dilution.

Quant à la performance du fonds €, elle va diminuer encore plus vite, à cause également des besoins de renouvellement des actifs en stock, qui sont de fait, eux aussi, réinvestis à des taux inférieurs à ceux du portefeuille.

Dans le cas de contrats fermés à la commercialisation (c'est-à-dire qu'il n'y a plus de souscription), ce besoin de réinvestissement aux conditions du marché sera le seul effet dilution présent (*si on suppose l'absence de versements complémentaires*) ; de fait, ces contrats voient leurs performances évoluer moins rapidement, à la hausse ou à la baisse, que ceux ouverts à la souscription. Par les temps actuels, cela permet d'offrir de meilleurs taux que la concurrence.

L'impact dilution est particulièrement conséquent actuellement car les taux actuels d'investissement ne dépassent guère les 1% annuels.

La dilution ne sera prise en compte que dans le cadre du scénario Management Cas défini ci-après.

### *c. Scénario Management Case :*

Le second scénario principal, appelé « Management Case », a été élaboré selon les estimations les plus probables de performances financières. Il s'agit de la situation, qui, probablement, devrait avoir le plus lieu selon les économistes. Dans ce scénario, chaque produit financier a des performances qui lui sont propres, et qui sont calibrées selon les données historiques.

Alors que le premier scénario déterministe, le « Risque Neutre », a pour objectif l'estimation des résultats financiers via une métrique théorique et mathématique, le scénario « Management Case » vise avant tout à donner le cas économiquement le plus probable, autrement dit, propose le scénario le plus proche de la réalité économique. Ce second scénario permet d'estimer précisément la rentabilité future du produit (*le premier scénario, le Risque Neutre, servira quant à lui, à évaluer les besoins en capitaux*), car par exemple, pour un lancement de produit, la vision économique la plus réaliste sera décisive dans le choix final.

*Le choix des scénarios à utiliser en fonction de l'indicateur présenté, sera décrit dans le chapitre 2 sur les indicateurs de rentabilité.*

### Taux à long-terme – « Ultimate Forward Rate » = UFR :

Les données de marché simulées par les modèles s'étendent rarement au-delà sur les 20 prochaines années. Or les produits d'épargne dépassent régulièrement la vingtaine d'années. Ainsi, pour modéliser les contrats sur 60 ans, les modèles utilisent un taux cible de long-terme, appelé « Ultimate Forward Rate » = « UFR ». Ce taux se base sur un objectif à long-terme d'une performance des marchés de 2.2% et d'une inflation à hauteur de 2% (ce 2% est défini par l'EIOPA et correspond à l'inflation-cible de la Banque Centrale Européenne). Cela conduit à un taux cible de 4.2% (=2% + 2.2%). *Entre les années 20 et 60, la simulation des rendements est obtenue par interpolation avec la méthode de Smith & Wilson (non-étudiée dans ce mémoire).*

Cette référence va influer fortement sur l'évolution de la courbe des taux entre les années 20 et 60, d'autant qu'elle va être une hypothèse structurante aussi bien pour la performance des actifs, que pour la courbe des taux ou les taux d'actualisation. Ainsi, un choc sur l'UFR peut faire évoluer fortement, à la hausse ou à la baisse, le ratio de couverture Solvabilité 2.

## 2. Modélisation Stochastique du scénario Central

En complément de ces 2 scénarios financiers déterministes proposant deux visions distinctes, une « mathématique » et une « économique », d'une situation centrale (également appelée « Base Case »), des scénarios complémentaires sont mis à disposition.

Afin d'estimer la distribution du résultat et la sensibilité du produit aux variations du marché, plusieurs milliers de scénarios de données financières (4000 dans notre cas), évoluant selon des modèles macro-économiques confidentiels propres à l'assureur, sont fournis. Ces scénarios stochastiques sont basés sur le scénario risque neutre déterministe.

Le modèle macro-économique fait varier différents paramètres initiaux comme la volatilité, la courbe des taux, ..., et de fait, cela génère différentes évolutions possibles des marchés financiers. Néanmoins, cette multitude de scénarios conserve un lien avec le scénario central déterministe Risque Neutre ; en calculant l'espérance de rendement de ces milliers de scénarios, sous la probabilité risque neutre, on retrouve le scénario central déterministe risque neutre

L'utilisation du stochastique permet d'estimer la sensibilité des résultats aux variations des performances financières. L'analyse de la distribution des gains et pertes du produit permet d'étudier la résistance du produit aux aléas des marchés financiers, et donc de fiabiliser les résultats obtenus et d'identifier les marges de prudence, liées aux diverses options, dont il faudra tenir compte.

Cette modélisation permet donc l'introduction d'indicateurs stochastiques, affinant la précision des analyses de rentabilité. Néanmoins, elle a un coût temporel non-négligeable, dans un premier temps pour le développement en amont d'un générateur de scénarios adéquats, puis dans un second temps, - celui qui nous intéresse -, pour la simulation des 4000 résultats statutaires.

Cette modélisation stochastique n'existe pas pour le scénario Management Case. En effet, l'ensemble des estimations des risques se fait sous les hypothèses d'absence d'opportunité d'arbitrage et donc sous les scénarios Risque Neutre et leurs dérivés.

Le scénario Management Case donne une vision économique probable, et servira « uniquement » à estimer la rentabilité économique du produit via les indicateurs présentés dans ce mémoire, en tenant compte des contraintes de risques estimées sous la probabilité Risque Neutre stochastiquement.

## ***C. Modélisation de l'épargne du client***

*Commercialiser un contrat d'assurance-vie engage l'assureur sur plusieurs années. Pour maîtriser le risque couru et évaluer la valeur du contrat, il est nécessaire de projeter les flux financiers futurs du produit. Pour y arriver, cela requiert d'estimer en premier lieu l'évolution de l'engagement de l'assureur vis-à-vis du client, en se basant sur différentes hypothèses économiques, financières, techniques et comportementales.*

*On s'attache ici avant tout aux hypothèses de modélisation propres à l'assureur pour estimer le plus justement les engagements vis-à-vis du client, la rentabilité et donc la véracité du Business Plan du produit.*

### ***1. La Provision Mathématique***

L'épargne du client, une fois qu'elle est investie chez l'assureur, représente un engagement de l'assureur vis-à-vis de l'assuré ; l'assureur s'engage à verser à l'assuré un capital/une rente en cas d'application de la garantie.

A l'inverse, pour certains produits d'épargne (et surtout les produits de retraite ou de prévoyance/dépendance), l'assuré s'engage à verser mensuellement ou annuellement un certain montant à l'assureur. Cela représente un engagement de l'assuré vis-à-vis de l'assureur.

L'assureur prévoira dans ses comptes, en fonction de ces deux engagements, une provision mathématique égale à la différence entre l'engagement de l'assureur et l'engagement de l'assuré.

Cette différence peut, mathématiquement, être négative, mais en pratique, sera capée à zéro, car dans une telle situation, l'assuré aurait intérêt à résilier son contrat pour ne pas subir les impacts négatifs. Or, en assurance-vie, l'assureur ne peut pas exiger le paiement des primes. (*Article A343-1-1 du Code des Assurances : « Les provisions mathématiques des contrats d'assurance sur la vie, de capitalisation et d'assurance nuptialité-natalité, à primes périodiques, doivent être calculées en prenant en compte les chargements destinés aux frais d'acquisition dans l'engagement du payeur de primes. La provision résultant du calcul précédent ne peut être négative, ni inférieure à la valeur de rachat du contrat, ni inférieure à la provision correspondant au capital réduit ».*)

La provision mathématique sera mentionnée sous l'abréviation « PM ».

$$\text{Provision Mathématique} = \text{PM} = \text{Engagement}_{\text{assureur}} - \text{Engagement}_{\text{assuré}}$$

Dans la suite de ce rapport, l'engagement de l'assuré sera supposé nul – sauf mention contraire, en présence de primes périodiques ou de versements libres programmés (= « PP » ou « VLP ») –, autrement dit, les seuls versements complémentaires seront effectués librement par l'assuré.

L'évolution de la provision mathématique (*autrement dit, de l'épargne du client*) va être l'élément structurant de l'ensemble de la modélisation de la rentabilité, aussi bien pour l'assureur que pour l'assuré. Année après année, la provision mathématique va fluctuer en fonction des résultats financiers, des comportements du client, ...

→ La modélisation présentée ci-après vise avant tout à pouvoir estimer la rentabilité des nouvelles affaires (= « New Business »), mais pourra également être adaptée lors de l'interprétation des résultats, pour estimer la profitabilité du stock et de ses évolutions (arbitrages/rachats/versements

complémentaires/...). Les outils développés servent essentiellement à définir la rentabilité dans le cas de lancements de produits, et pour les sensibilités en cas de dérives du business ou pour diverses dérogations.

De fait, le portefeuille est supposé évoluer en run-off à partir de l'année 1 : il n'y a plus d'affaires nouvelles après la première année, uniquement des versements complémentaires sur les contrats ouverts à l'année 0. On regarde uniquement la rentabilité suite à la souscription d'un contrat.

## 2. Hypothèses de modélisation

*La modélisation financière d'un produit d'assurance-vie nécessite de nombreux inputs. L'objectif étant d'étudier l'évolution de l'épargne et la rentabilité financière d'un contrat moyen, la notion de « Model Point » doit être introduite.*

*Il est tout à fait possible de faire une analyse contrat par contrat, mais d'une part, dans l'optique d'analyse de rentabilité d'un nouveau produit, seules les hypothèses marketing cibles seront disponibles, et d'autre part, un tel travail serait très coûteux en temps et n'apporterait qu'une information concernant la distribution de la rentabilité (information utile mais annexe), étudiée parfois dans le cadre de sensibilités.*

*La modélisation à venir se basera donc sur des Model Points, qui doivent être identifiés comme des contrats moyens ; autrement dit, les bases de données clients permettent d'estimer un client moyen (âge, prime, type de gestion, loi de rachat, loi de versement, loi de décès, ...), avec des hypothèses financières moyennes (épargne moyenne, allocation €/UC, frais de gestion, commissions et chargements, ...), soumis à des coûts généraux moyens.*

*Tous ces inputs sont saisis dans un macro-modèle développé sous Excel + VBA.*

### a. Le Model Point

Un Model Point est obtenu en agrégeant un groupe d'individus semblables selon différentes caractéristiques (montant d'épargne, appétence au risque, âge, type de contrat, convention de gestion, ...). Ces analogies se manifestent par des comportements-client similaires, qui peuvent donc être approchés par des lois statistiques. Le raisonnement s'effectue donc sur des individus « moyens ».

Cette notion de « Model Point » a été développée avant tout pour des contraintes d'efficacité business. En effet, estimer la profitabilité de tous les contrats, un par un, est très coûteux en temps. De plus, comme de nombreux contrats/clients sont semblables, cette analyse complète serait légèrement inefficace, car cela reviendrait à estimer plusieurs fois la même rentabilité, d'où l'utilité des Model Points.

Les filtres les plus communs pour générer les Model Points sont les produits, les réseaux de distribution (réseaux propriétaires ou courtiers) et les types de convention de gestion.

Pour définir correctement le Model Point, les hypothèses des contrats vont majoritairement être reprises et vont driver les Model Points générés ; les frais de gestion, les chargements, les conditions de participation aux bénéfices et les taux garantis, le type de gestion, ... Dans la majorité des cas, les Model Points générés sont tous basés sur des contrats similaires concernant ces hypothèses. Les dérogations et autres variations sont traitées à part.

Il reste ensuite 3 étapes majeures pour finaliser la création d'un Model Point :

- Générer l'individu moyen et les lois comportementales adéquates
- Préciser les allocations d'actifs

-Estimer les coûts généraux et les commissions versées aux intermédiaires

### *b. Individu Moyen & Lois de Comportement*

Parmi l'ensemble des clients, diverses informations générales sont extraites : l'âge moyen, la prime moyenne, les versements annexes usuels, ... Parallèlement, en se basant sur l'historique du contrat (et celui des contrats similaires), des lois comportementales vont être générées.

Cette construction de lois est essentielle, car le modèle de rentabilité est prospectif. L'évolution du contrat est projetée dans les années futures, et une des meilleures estimations du comportement client dans le futur, est le comportement de ses pairs, au cours des années passées. (*Pour les lancements de nouveaux produits, les estimations se baseront sur les lois de produits semblables*)

Les lois développées sont assez nombreuses :

*Les lois vont essentiellement être exprimées en fonction du volume de l'encours du contrat. Cela est plus représentatif des impacts sur l'encours général du produit, à cause de la disparité des montants investis.*

-une loi de « rachats totaux » : elle estime le pourcentage annuel de volume d'épargne étant clôturée définitivement.

-une loi de « rachats partiels » : elle se base sur le ratio annuel de rachats partiels.

-une loi de « versements » : elle projette annuellement le taux de versements complémentaires effectués par les épargnants, en fonction du montant moyen versé annuellement sur le contrat d'assurance-vie.

-une loi d'arbitrage : elle modélise le taux d'arbitrages effectués chaque année entre les fonds € et les fonds UC.

#### **Modélisation des lois**

Pour modéliser le comportement client le plus fidèlement possible, l'assureur va utiliser, dans la mesure du possible, les informations de son historique pour construire les lois comportementales de rachat, d'arbitrage, de versement et de décès.

Ainsi, il pourra estimer au mieux les probabilités de rachat ou de versement complémentaire.

*Les méthodes de construction des lois ne seront pas évoquées ici.*

Concernant la loi de décès, deux possibilités s'offrent : soit utiliser les tables de mortalité réglementaires « TH-TF 00-02 » (*construite à partir de la table INSEE 2000-2002, respectivement pour la population masculine et la population féminine*) qui sont applicables sur les produits d'assurance-vie (pour les rentes viagères, il faut employer les tables réglementaires « TGH-TGF 05 », tables par génération, comprenant autant de tables de mortalité qu'il y a d'années de naissance comprises entre 1886 et 2005), soit employer des tables de mortalité d'expérience basées sur les données personnelles de l'assureur.

La loi de versement est fonction du versement moyen réalisé sur le contrat en 1<sup>ère</sup> année. L'assureur calcule la moyenne des versements pour chaque année, via  $\frac{\sum \text{Versements}}{\# \text{contrats}}$ . La valeur de 1<sup>ère</sup> année sera l'input du modèle ; ensuite, la loi de versement est calculée comme le ratio entre le versement moyen de l'année i et le versement moyen initial. Usuellement, la loi sera fortement décroissante.

Les lois de rachats sont calculées en fonction de l'encours du contrat. Elles modélisent l'épargne rachetée totalement ou partiellement chaque année. Empiriquement, diverses études comme celles de Milhaud et al. (2011) ou Eling et Kiesenbauer (2011) ont mis en avant un taux de rachat décroissant avec l'ancienneté du contrat ; seules exceptions, un pic de 2<sup>ème</sup> année lorsque l'assuré a mal calibré ses capacités d'épargne, et des rachats en hausse suite à l'acquisition des différents bonus fiscaux. Par exemple, les contrats entre 5 et 7 ans auront tendance à peu racheter, dans l'attente de l'expiration de la contrainte fiscale des 8 ans.

Certaines lois de rachats dépendront fortement des caractéristiques de la clientèle. Par exemple, une clientèle âgée aura tendance à moins racheter, car elle a un objectif de transmission de patrimoine. Les contrats avec des taux garantis seront également peu rachetés. A l'inverse, les personnes morales et la clientèle haut de gamme seront très attentives aux performances annuelles et à celles de la concurrence ; en cas de décrochage des taux servis, d'importants rachats pourraient avoir lieu ; mais en cas de surperformance, cela aura probablement un effet positif sur la collecte et les versements complémentaires.

### Focus sur une modélisation complémentaire des rachats : Le rachat dynamique

Dans le cadre de la modélisation des rachats, un élément complémentaire s'y rajoute : les rachats dynamiques. En effet, on peut distinguer deux types de rachat :

-les rachats dits « statiques » ou « structurels » liés aux besoins usuels du client : comme par exemple le pic de rachats après l'acquisition de l'ancienneté fiscale, ...

-les rachats dits « dynamiques » ou « conjoncturels » liés au contexte financier : en effet, ce rachat suppose que le client observe les taux servis par les concurrents, et en fonction de son taux de satisfaction concernant le taux servi par son assureur, il aura tendance à racheter plus ou moins fortement son épargne. (*Ces rachats dynamiques ont lieu par exemple avec les personnes morales, comme évoqué dans le paragraphe précédent.*)

*Modélisation du rachat dynamique : Source ACPR – QIS 5 (« Fifth Quantitative Impact Study »)*

*Le taux de rachat dynamique RD va suivre l'évolution d'un taux de satisfaction client basé sur le gap entre le taux servi par l'assureur et un taux concurrent (ou taux attendu TA). Il se calcule comme suit :*

$$RD = \begin{cases} RD_{maxi} \text{ si } R - TA < \alpha \\ RD_{maxi} * \frac{R - TA - \beta}{\alpha - \beta} \text{ si } \alpha < R - TA < \beta \\ 0 \text{ si } \beta < R - TA < \gamma \\ RD_{mini} * \frac{R - TA - \gamma}{\delta - \gamma} \text{ si } \gamma < R - TA < \delta \\ RD_{mini} \text{ si } R - TA > \delta \end{cases} \quad \text{où } R \text{ est le taux servi par l'assureur}$$

**Tableau 6 :** Plage de définition des paramètres du rachat dynamique

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$RD_{mini}$	$RD_{maxi}$
<b>Plafond Max</b>	-4%	0%	1%	4%	-4%	40%
<b>Plafond Min</b>	-6%	-2%	1%	2%	-6%	20%

#### Interprétation des paramètres :

- $\alpha$  est le seuil en-dessous duquel, les rachats dynamiques sont constants et valent  $RD_{maxi}$ .

- $\beta$  et  $\gamma$  correspondent aux seuils d'indifférence à la baisse et à la hausse du taux servi. Entre ces 2

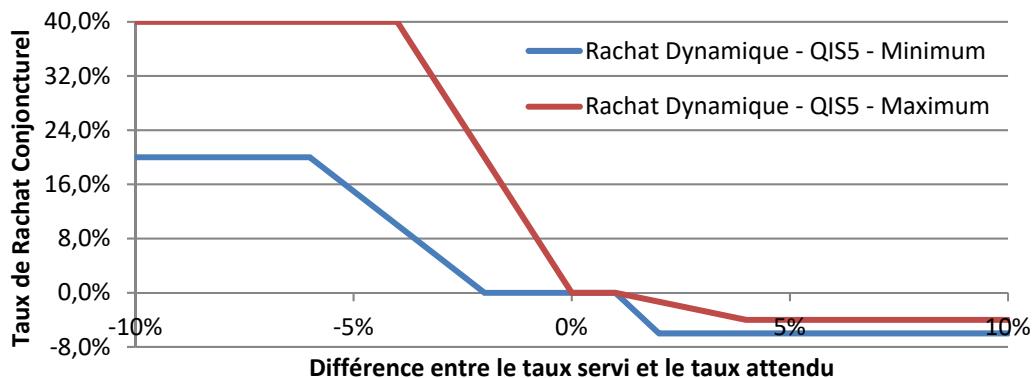
seuils, aucun impact conjoncturel n'est supposé.

$-\delta$  est le seuil au-dessus duquel, le taux de rachat statique est diminué d'un taux constant  $RD_{min}$ .

D'où la formule du rachat total :  $RT = \min(1, \max(0, Rachat Statique + Rachat Dynamique))$

Chaque assureur est libre de choisir les valeurs des paramètres  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $RD_{maxi}$  et  $RD_{mini}$ , tant que les valeurs restent comprises entre des extrêmes définis par le régulateur.

**Figure 6 : Evolution des taux de rachat dynamique en fonction des hypothèses de modélisation**



**Commentaires :** Les courbes de rachat dynamique des assureurs vont se situer entre ces 2 situations extrémale. On note que l'impact du rachat dynamique est surtout négatif pour le business, avec une hausse conséquente des taux de rachat, de +20% à +40%. A l'inverse, la correction positive reste faible et diminue assez faiblement les taux de rachat. Cette asymétrie s'explique d'une part par un besoin d'une vision prudente du business, quitte à surestimer légèrement l'impact du rachat dynamique, et d'autre part, par une réalité client ; en effet, le client moyen a tendance à considérer les situations avantageuses comme « normales », mais à la moindre dérive, il y a un fort risque d'amplifier le mouvement de désertion, d'où des taux élevés de rachat.

**Contexte actuel :** Ce point sur le rachat dynamique est particulièrement suivi de près par les assureurs (surtout les assureurs historiques) dans le contexte actuel des taux bas. En effet, en cas de remontée rapide des taux d'intérêt, de nouveaux entrants sur le marché ne subirait pas la latence du stock et pourrait servir immédiatement des taux élevés. Par opportunisme, beaucoup d'assurés risqueraient de racheter pour réinvestir dans le produit d'assurance-vie du concurrent.

En plus de la perte de résultats liée à des rachats plus importants, cela pourrait également impacter la performance servie aux clients restants. En effet, l'assureur pourrait être obligé de revendre certains actifs financiers plus tôt que prévu, et potentiellement alors qu'ils sont en moins-value ; de fait, la perte financière se répercuterait sur la clientèle encore en portefeuille. D'où l'attention prononcée sur ce risque de rachat dynamique.

**Nota Bene :** L'impact du rachat dynamique ne sera mesurable que via l'application de scénarios stochastiques (cf. partie I-B-2 pour plus d'informations), car le scénario central sera généralement au niveau du marché et donc des taux attendus. Le rachat conjoncturel sera donc nul.

Une modélisation similaire des versements complémentaires, liée à la conjoncture économique, pourrait également être instaurée.

### c. Allocations d'actifs

#### Modélisation de la performance des actifs

Les hypothèses suivantes décrivent les supports d'investissement utilisés par le client moyen. La première distinction à faire, consiste à splitter le pourcentage d'épargne investie sur le fonds € du taux investi sur les différents fonds en unités de compte.

Pour le fonds €, les performances sont modélisées par un outil d'allocation actifs-passifs afin d'optimiser au mieux les produits financiers servant d'investissement et donc les rendements, en fonction des impératifs métiers, des opportunités de marché et des besoins clients.

Pour les supports d'unités de compte, selon le contrat choisi, l'investissement peut se répartir sur différentes unités de comptes, chacune ayant des règles spécifiques sur les sous-jacents financiers ; certaines UC seront orientées à 100% sur le marché des actions dans l'Union Européenne, d'autres à hauteur de 50% sur de l'immobilier ...

La modélisation, pour refléter le plus fidèlement possible la performance probable des UCs (tout en tenant compte de la volatilité et de la corrélation entre les produits financiers), se base sur les sous-jacents sur lesquels les produits sont investis : actions européennes / américaines / japonaises / britanniques, obligations d'états ou d'entreprises (en distinguant selon la maturité et la notation), immobilier, marché des devises, ...

Cette répartition assez fine permettra de reproduire le plus fidèlement possible les performances probables des unités de compte. La performance de l'Unité de Compte est calculée au prorata de l'allocation sur les différents sous-jacents :

$$\begin{aligned} \text{Performance UC} = & \% \text{Action}_{US-UK-JP-UE...} * \text{Perf}_{\text{Action US-UK-JP-UE...}} \\ & + \% \text{Immobilier} * \text{Perf}_{\text{immobilier}} \\ & + \% \text{Corporate Bonds} * \text{Perf}_{\text{Corporate Bonds}} + \dots \end{aligned}$$

(US = Etats-Unis – UK = Royaume-Uni – JP = Japon – UE = Union Européenne)

#### Allocation du fonds €

Usuellement, les actifs du fonds € vont être majoritairement investis sur des obligations à moyen et long-terme, à hauteur de 85-90% du portefeuille. Pour le reste, on retrouve environ 5-10% d'actions et 5-10% d'immobilier. Le cœur de portefeuille est composé d'obligations pour la récurrence du rendement, et l'immobilier et les actions servent à optimiser la performance sur le long-terme. Concernant la maturité des obligations, cela dépendra de la maturité du portefeuille et de la stratégie d'allocations.

Cette allocation est « guidée » par les exigences de garantie vis-à-vis du client. Afin de respecter son engagement financier surtout sur le fonds €, l'assureur est contraint d'investir majoritairement sur des placements sans risques ou peu risqués, cela lui permettant d'assurer une performance positive presque tout le temps.

*Aujourd'hui, il n'y a plus d'obligations à détenir des obligations, néanmoins, la réglementation joue en faveur d'un fort ratio d'obligations d'états dans les portefeuilles d'investissement. De plus, les assureurs ont toujours joué le rôle d'investisseurs institutionnels, aidés par des obligations avec des rendements attractifs, mais de nos jours, les portefeuilles se diversifient pour trouver plus de performance.*

### Allocation des UC

Pour les UC, l'allocation va dépendre de la stratégie d'investissement défendue dans le document de présentation de l'unité de compte. Comme les UC visent à chercher un meilleur rendement, les parts investies en actions, immobiliers et autres produits volatils (et donc risqués mais plus rémunérateurs) seront plus importantes que sur un fonds €.

On trouve néanmoins des Unités de Compte pour tous les profils de risque, du plus prudent (investi à 100% dans des obligations peu risquées – mais, à l'inverse du fonds €, sans garantie de capital), au plus risqué (investi à 100% dans des actifs très volatils, mais avec une espérance de rendement élevée).

De plus, une partie de la modélisation pouvant être effectuée stochastiquement, cela permet de profiter pleinement des phénomènes de diversification des actifs, et d'étudier la volatilité des résultats, ... (*Plus d'informations au point I-B-2 sur l'impact du stochastique et la projection des résultats*).

*Les performances des fonds € et des sous-jacents financiers seront fournies par un service spécialisé en modélisation financière. La modélisation des taux de rendements des sous-jacents financiers et du fonds € ne sera pas approfondie dans la suite du mémoire.*

**Nota Bene :** La modélisation des flux financiers tient également compte de l'inflation (qui impacte les coûts) et des déflateurs pour l'actualisation des flux.

### Evolution annuelle de l'allocation des actifs

Une fois les supports d'investissements connus et les ratios investis sur chacun d'entre eux à la date  $t=0$ , il faut savoir comment faire évoluer l'allocation au fil des ans. Pour cela, il existe différentes alternatives pour les types de gestion. Chaque modèle point ne pourra employer qu'un seul type de gestion, par souci de simplification des formules du macro-modèle. Les choix possibles sont :

-Une gestion « profilée » : L'allocation peut être prédefinie à l'avance et suivre un schéma spécifique dépendant de l'âge de l'assuré ou de l'horizon d'investissement. Le capital est réalloué, dans la maquette, à chaque début d'année. Plus l'âge sera élevé ou plus l'horizon de fin sera proche, plus l'allocation sera en faveur du fonds €.

-Une gestion libre où le client alloue lui-même son épargne selon ses souhaits. Dans cette situation, en cas d'arbitrage € vers UC ou inversement, des frais d'arbitrage pourront lui être facturés. Quant aux produits financiers, ils restent sur le support d'investissement initial.

*Dans la pratique, dans le cadre de la gestion profilée, les allocations-cibles sont fixées et l'ensemble du processus peut être automatisé. Pour la gestion libre, le client gère lui-même ses allocations. Il existe également une troisième possibilité, la gestion pilotée (aussi appelée « sous mandat ») où le gestionnaire de portefeuille gère manuellement les allocations selon une liste de supports prédefinis (mais cette intervention humaine, potentiellement plus performante, a un coût supplémentaire pour le client).*

### *d. Coûts & Commissions*

Après les hypothèses de chargements, d'allocation financière et de comportement client, il ne manque plus que les éléments qui vont impacter négativement la marge financière du produit : les coûts généraux et les commissions.

## Les Coûts :

Les coûts généraux correspondent à l'ensemble des coûts de fonctionnement de l'assureur, à savoir : les frais d'acquisition de nouveaux contrats, les coûts de gestion du contrat, les salaires des employés, les dépenses de formation des agents et des inspecteurs, les coûts de la structure, le loyer des bureaux, ...

La masse globale des coûts de l'assureur est splitée en une part fixe et une part variable, pour tenir compte de deux effets volumes : le nombre de contrats et les montants investis. *La clé de répartition fixe/variable est un sujet délicat car les situations exceptionnelles (primes très faibles ou très élevées) sont, soit fortement avantagées, soit anormalement dépréciées.*

*Exemple : Supposons que les coûts de gestion aient été calculés sur la base d'une prime moyenne à 20000€. Or, se présentent les études de rentabilité de deux contrats « exceptionnels » : l'un avec une prime de 1000€, l'autre avec une prime de 10 Millions €.*

*Selon la clé de répartition fixe/variable utilisée dans le macro-modèle Excel, le coût de l'affaire « exceptionnelle » sera très variable. Supposons, deux cas extrêmes :*

**-le premier**, avec un coût annuel de gestion 100% fixe à 50€ :

*Dans ce cas, le contrat à 1000€ a un coût fixe pesant 5% de l'encours et le contrat à 10M€ a un coût fixe pesant 0.005% de l'encours. De fait, le premier contrat ne sera pas du tout rentable, car il est quasiment impossible de réussir à commercialiser un produit où l'assureur prendrait au moins 5% de marge financière annuellement. A l'inverse, le second contrat serait hyper-rentable.*

**-le second**, avec un coût annuel de gestion 100% variable, à 0.50% :

*Dans cette situation, pour les deux contrats, l'analyse « marge vs coûts » aboutira à la même conclusion que pour le produit central. En revanche, on pourra s'interroger de la réalité du coût brut estimé dans le modèle. Avec le contrat à 1000€, on aboutit à un coût brut annuel de gestion de 5€ (ce qui paraît un peu faible), alors qu'avec le second contrat, on simule en fait un coût brut de 50 000 €. Ce dernier montant surestime probablement fortement le coût réel du produit.*

Cet exemple illustre bien la problématique d'estimation des coûts lorsqu'on raisonne à l'échelle d'un contrat unique. Mettre en avant les coûts fixes permet de rester proche de la réalité du coût de gestion mais pénalisera les petites primes et favorisera les primes élevées. S'orienter plutôt vers les coûts variables permet de garder une analyse de marge cohérente, mais revient à simuler des coûts bruts parfois éloignés de la réalité du terrain.

Dans la pratique, ces problématiques vont surtout être soulevées lors de l'étude de différentes dérogations. Pour le Model Point moyen, le choix fixe/variable aura en revanche un impact plus limité.

Le choix de la clé de répartition entre part fixe et part variable est propre à chaque assureur. Il n'existe pas de répartition idéale, et la modélisation choisie dépendra de nombreux paramètres comme par exemple, l'encours moyen, le nombre de contrats, la disparité des encours, ... Il se pourrait même que la clé de répartition dépende des réseaux de distribution étudiés.

Parmi les coûts, 3 familles sont distinguées ; les coûts liés à l'acquisition du business initial, les frais de la gestion annuelle du contrat et les dépenses dues à l'acquisition des versements complémentaires. Les coûts d'acquisition interviennent uniquement la première année. Les frais de gestion sont comptabilisés

annuellement et les dépenses liées aux versements, uniquement les années où ceux-ci ont lieu.

### **Optimisation des coûts :**

Dans le contexte actuel de taux bas, où les marges financières des assureurs diminuent drastiquement, l'optimisation des coûts et frais généraux revient au cœur des problématiques du Top-Management. En effet, une réduction forte des coûts permet de rationaliser efficacement les dépenses de l'entreprise. Comme, de plus, il s'agit d'un domaine complètement indépendant des marchés financiers et propre à la compagnie, c'est un levier efficace pour améliorer rapidement les résultats comptables, avec un impact durable qui plus est.

Ainsi, au cours des dernières années, pour surmonter la baisse des marges financières, de nombreuses compagnies d'assurance ont lancé différents plans d'économies et de restructuration afin d'améliorer leur santé financière. Cela passe par différentes approches : travailler sur la digitalisation pour diminuer les besoins en ressources humaines, optimiser la répartition des tâches en fonction des compétences, réorganiser les équipes, diminuer les risques via la prévention en interne et auprès des clients, limiter les fraudes aux assurances, etc.

### **Les Commissions :**

Les commissions se divisent en deux catégories : d'un côté, ce qui sera communément appelé « commission » dans les pages suivantes, et d'un autre, ce qui sera considéré comme la « rémunération ». Les « commissions » correspondent donc aux commissions d'acquisition (pour la prime initiale ou les versements complémentaires) versées par l'assureur aux intermédiaires (agents généraux ou courtiers). Quant à la rémunération, elle représente la commission de gestion, versée annuellement, au prorata de l'encours, aux intermédiaires. Ainsi, l'intermédiaire est rémunéré à la fois pour l'apport de nouveau business, et également par la qualité/quantité de son portefeuille. Les grilles de rémunérations/commissions sont décidées d'un commun accord entre l'assureur et les représentants des commerciaux et agents.

Sur les commissions, les montants peuvent parfois atteindre 20 à 30% de la prime ; tout dépend du statut de l'intermédiaire et de la grille de rémunération de son portefeuille. Un intermédiaire ne touchant pas de rémunération sur encours, va être fortement payé à l'acquisition de nouvelles affaires. A l'inverse, si la rémunération sur encours est raisonnable (de l'ordre de 20 à 50 bps selon les produits), une commission d'acquisition plus faible sera négociable, car l'intermédiaire cherchera surtout à capitaliser sur son portefeuille pour développer son activité.

Historiquement, suite au souhait de développer fortement les fonds en Unité de Compte, la rémunération et les bonus des intermédiaires sur les Unités de Compte ont été légèrement boostés afin de les inciter à commercialiser des fonds UC. Aujourd'hui, le gap de rémunérations/commissions entre € et UC peut parfois soulever quelques problèmes d'éthique et de devoir de conseil, car l'intérêt financier de l'intermédiaire est au cœur du mix €/UC décidé. Sur-commissionner un fonds par rapport à l'autre, va probablement inciter l'intermédiaire à mieux vendre ce produit, mais en même temps, il doit le faire dans le respect des intérêts de son client (*par exemple : plus le client est vieux, plus il devrait être orienté vers le fonds €*). Pour résoudre ce problème et éviter tout, différentes réformes sont en cours d'implémentation sur ce sujet, comme la réglementation IDD.

#### **IDD (=Insurance Distribution Directive) = Directive sur la Distribution d'Assurance**

Il s'agit d'une loi européenne qui régira, à partir du 1<sup>er</sup> semestre 2018, l'activité de distribution en assurance en Europe, à savoir les intermédiaires d'assurance mais aussi les entreprises d'assurance et les comparateurs.

Cette directive vise à renforcer la protection des consommateurs en uniformisant au niveau européen les normes de présentation des produits, à intensifier la concurrence, à harmoniser les rémunérations, ... comme cela est fait dans le secteur bancaire avec la directive MIF 2 (2<sup>ème</sup> Directive sur les marchés d'instruments financiers, avec une entrée en œuvre d'ici janvier 2018). L'objectif central consiste à mettre le client dans la posture la plus favorable, pour choisir le produit qui correspond le plus à son profil de risque et à ses attentes.

La mise en œuvre ne sera pas sans conséquence sur le marché et soulève déjà différents problèmes comme par exemple, les nouvelles politiques de rémunération et bonification : quid des incitations pour vendre tel produit ou pour les performances exceptionnelles ?

De fait, l'application d'IDD requiert de nombreux travaux au préalable de la part des assureurs, d'une part pour réviser l'ensemble des grilles de rémunérations des intermédiaires afin de limiter tout défaut de conseil, et d'autre part pour développer de nouvelles règles de gouvernance produit et définir les informations à communiquer sur les produits.

#### *e. Perte à l'acquisition : « Strain »*

Les coûts à l'acquisition ainsi que les commissions à l'acquisition sont la plupart du temps bien supérieurs aux rares chargements d'acquisition (d'autant qu'avec la concurrence des bancassureurs et des assurances en ligne, la prise de chargement à l'acquisition sur la prime du client devient de plus en plus infime).

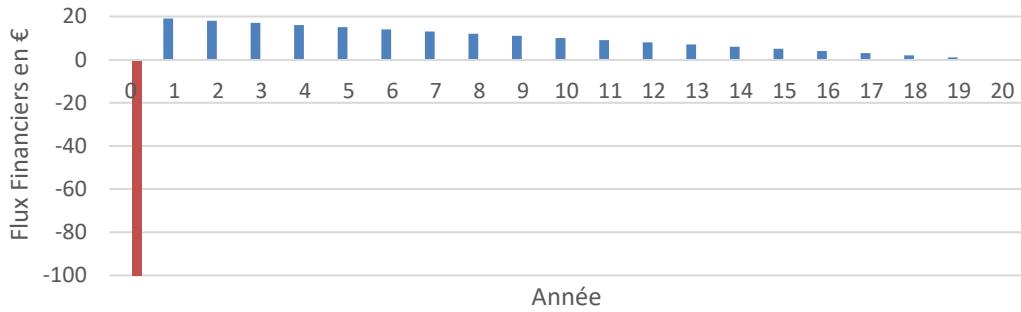
Ainsi, cela renforce la « perte financière » de la première année qui correspond à l'investissement initial de l'actionnaire ; ce flux financier négatif est également appelé « Strain ».

Cela explique pourquoi une vision prospective pour les produits d'assurance-vie est absolument nécessaire ; le cas échéant, aucun produit ne serait commercialisé car les résultats initiaux seraient négatifs.

L'assureur connaît donc presque sûrement sa perte initiale de première année, due essentiellement aux coûts et commissions d'acquisition (et éventuellement d'autres investissements exceptionnels pour le lancement du produit si on raisonne sur un Business Case au global). A cette perte, s'ajouteront également les besoins en capitaux à immobiliser pour respecter les engagements Solvabilité 2.

Ensuite, les années suivantes, si le produit est correctement modélisé et tarifé, la marge financière annuelle doit être positive et permettra de combler les pertes initiales. Un aléa non-négligeable réside néanmoins sur la résiliation/le rachat du contrat par l'assuré (ou une mauvaise performance financière nécessitant un abandon de marge de la part de l'assureur), et pourrait empêcher au produit de dégager au global un résultat positif. Ces aléas sont quasiment invisibles sur les scénarios économiques centraux, mais apparaîtront lors de l'utilisation de scénarios alternatifs au Base Case ou choqués.

**FIGURE 7 - Projection des Cash-Flows de l'Assureur**  
*En rouge: le strain initial - En bleu: les cash-flows profitables futurs*



**Commentaires :** Le Strain initial, -100€, est conséquent en comparaison des flux futurs, compris entre 1 et 19€. Néanmoins, la multiplicité des flux futurs, permet au produit d'être profitable sur l'ensemble de sa durée de vie : Gain de 90€.

→ Ce graphe illustre bien le besoin d'analyser le produit sur l'ensemble de sa durée de vie. Cela met également en exergue le besoin d'une modélisation fiable et précise, car, par exemple, une surestimation des cash-flows futurs va rendre profitable un produit qui ne l'est pas.

### Pourquoi un modèle de rentabilité prospectif ?

L'investissement initial à  $t=0$  de l'actionnaire étant conséquent de par les importants coûts/commissions d'acquisition des nouvelles affaires et les besoins en capitaux pour assurer la solvabilité, la première année est presque toujours à perte. De fait, en se basant uniquement sur le résultat financier de cette année, aucun produit ne serait commercialisé.

Cependant, les années suivantes, la marge est théoriquement tout le temps positive, donc profitable. De fait, pour estimer la rentabilité au plus juste, il faut comparer l'ensemble de ces bénéfices annuels futurs au coût initial, d'où l'intérêt d'un modèle prospectif.

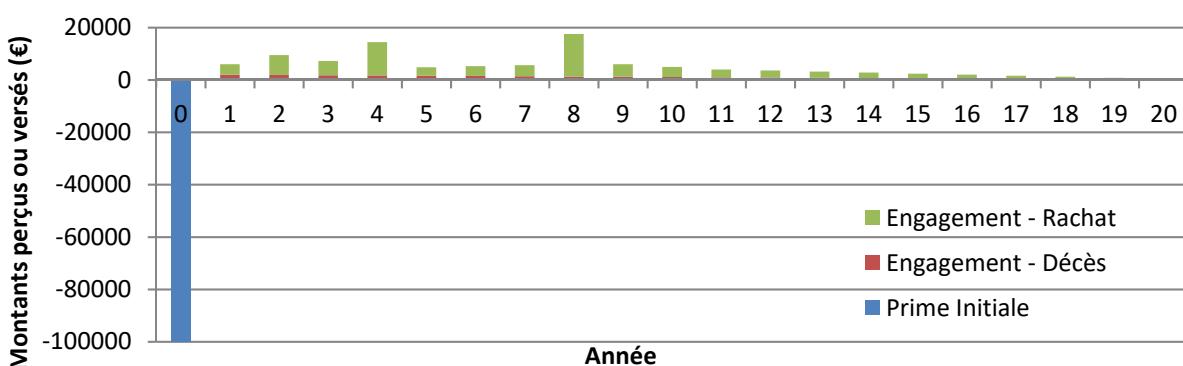
Le business de l'assurance-vie diffère légèrement du business classique. Dans le cadre de l'assurance-vie, le prix de vente est connu avant le prix de revient ; en effet, l'assureur encaisse la prime initiale sur laquelle il va potentiellement marger, puis verse dans le futur, de possibles prestations dont il ne connaît pas encore exactement le montant. On parle généralement de cycle de production inversé car l'assureur touche de façon sûre et certaine une prime en  $t=0$  (et éventuellement quelques versements complémentaires les années suivantes), mais ensuite, fait face à un aléa sur le coût futur de l'engagement qu'il devra tenir.

Le cycle inversé de l'activité d'assurance permet de ne pas avoir besoin de capitaux propres pour financer l'activité, mais en revanche, il a des besoins en capitaux propres comme marge de solvabilité, afin d'assurer au client, que l'engagement de l'assureur sera respecté (sauf très rares exceptions).

Si on quitte la vision « flux financiers de l'assureur », pour étudier les échanges entre l'assureur et l'assuré, on retrouve un schéma similaire aux cash-flows de l'assureur.

L'assureur perçoit l'épargne à investir, puis doit dans le futur, verser les engagements dus au client. Les engagements à tenir concernent les demandes de rachat et les remboursements liés au décès.

**Figure 8 - Cycle de production d'un assureur = Engagements vis-à-vis du client**



**Légende :** Représentation des flux financiers échangés entre l'assureur et l'assuré moyen. L'assureur encaisse une prime initiale moyenne de 100 000€, puis doit faire face ensuite à ses engagements vis-à-vis des assurés. En cas de décès ou de demande de rachat, l'assureur doit restituer l'épargne investie sur le produit d'assurance-vie.

**Commentaires :** Grâce à des décès et des rachats qui s'étalement sur l'ensemble de la durée de vie du produit, l'assureur va pouvoir investir sur des produits à maturités plus élevées pour aller chercher de

*meilleurs rendements financiers. On note sur ce graphe que les montants de décès restent à peu près constants dans le temps. En revanche, les rachats ont tendance à exploser à certains moments clés du contrat : essentiellement, suite à l'obtention de différents avantages fiscaux après la 4<sup>ème</sup> et la 8<sup>ème</sup> année. Cette représentation des échanges monétaires entre l'assureur et l'assuré moyen permet également d'estimer la rentabilité du produit d'un point de vue client.*

### 3. Evolution annuelle de l'épargne du client

Pour un contrat donné, une fois les hypothèses financières et comportementales définies, l'étude de l'évolution annuelle de l'épargne du client (=Model Point) devient le sujet central.

Comme le raisonnement s'effectue toujours en fonction d'un Model Point moyen (=client moyen), les lois de comportement présentées au point précédent (loi de rachat, de décès, de versement, d'arbitrage, ...) vont être utilisées.

Pour essayer d'être en adéquation le plus fidèlement avec la réalité du terrain, le versement de la prime initiale (ainsi que tous les autres versements) sera supposé avoir eu lieu en milieu d'année (la souscription ayant lieu de janvier à décembre, supposer un versement moyen en milieu d'année, autour de juin-juillet est cohérent, modulo divers effets annexes saisonniers).

De fait, la provision mathématique initiale, au début de l'année 0, vaut 0.

L'objectif ensuite est de modéliser l'évolution de cette provision mathématique au fil des ans, en tenant compte des revalorisations, arbitrages, rachats partiels ou totaux, décès, versements complémentaires.

Pour tenir compte des écarts entre la PM initiale et la PM finale, différentes assiettes complémentaires vont être calculées afin d'estimer le plus justement possible les variations annuelles. Ainsi, seront calculées une assiette de prestations pour modéliser les prestations liées au rachat, au décès et aux arbitrages, et une assiette « PMP » (c'est-à-dire, une assiette de Provisions Mathématiques Pondérées : il s'agit d'une estimation de l'encours moyen de l'année, hors revalorisation financière – cet encours tient compte du décès, du rachat, des arbitrages entre € et UC, et des versements réalisés sur le contrat).

#### Equation des assiettes de calcul :

$$> PM_{initiale} = 0 \text{ si } t = 0 \text{ ou } PM_{finale} \text{ de l'année précédente}$$

$$> \text{Assiette de Prestations} = PM_{initiale} + Versements + Revalorisation minimale sur 6 mois$$

$$> PMP = PM_{initiale} + \frac{Rachats + Décès + Arbitrages + Versements}{2}$$

$$> PM_{finale} = PM_{initiale} + Rachats + Décès + Arbitrages + Versements + Revalorisation annuelle$$

Où :

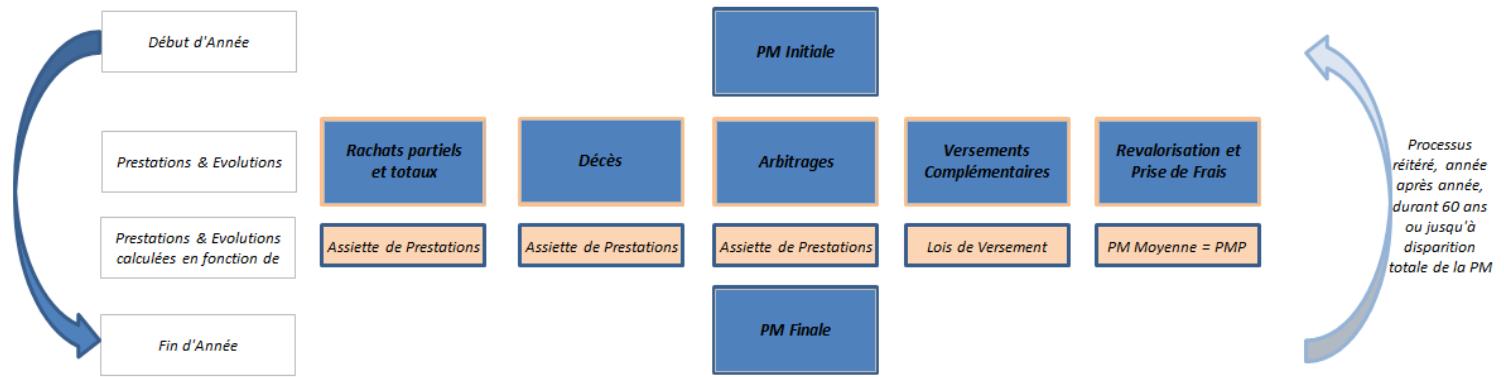
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Rachats} = \text{Assiette de Prestations} * \text{Loi de Rachat} \\ \text{Décès} = \text{Assiette de Prestations} * \text{Loi de Mortalité} \\ \text{Arbitrages} = \text{Assiettes de Prestations} * \text{Loi d'Arbitrage } €/UC \\ \text{Versements} = \text{Versement moyen} * \text{Loi de Versement} \\ \text{Revalorisation sur 6 mois} = \begin{cases} \text{pour l'€} = PM_{initiale} * ((1 + Taux_{minimum} €)^{0.5} - 1) \\ \text{pour l'UC} = PM_{initiale} * \frac{Perf_{brute} UC - Frais}{2} \end{cases} \\ \text{Revalorisation annuelle} = \begin{cases} \text{pour l'€} = PMP * Taux_{net} € \\ \text{pour l'UC} = PMP * (Perf_{brute} UC - Frais) \end{cases} \end{array} \right.$$

Le taux minimum du fonds € correspond au taux minimum garanti contractuellement.

Ces différentes assiettes sont calculées pour chaque support : pour le fonds € et pour chaque fonds UC. Ce split fin permet de représenter le plus fidèlement possible les évolutions de chaque part de l'épargne.

Une fois ces assiettes intermédiaires calculées, il ne reste plus qu'à appliquer les différentes prestations à la Provision Mathématique de début d'année, pour en déduire la Provision Mathématique de fin d'année. *Utiliser des assiettes intermédiaires de calcul permet de s'affranchir de l'ordre d'application des prestations.*

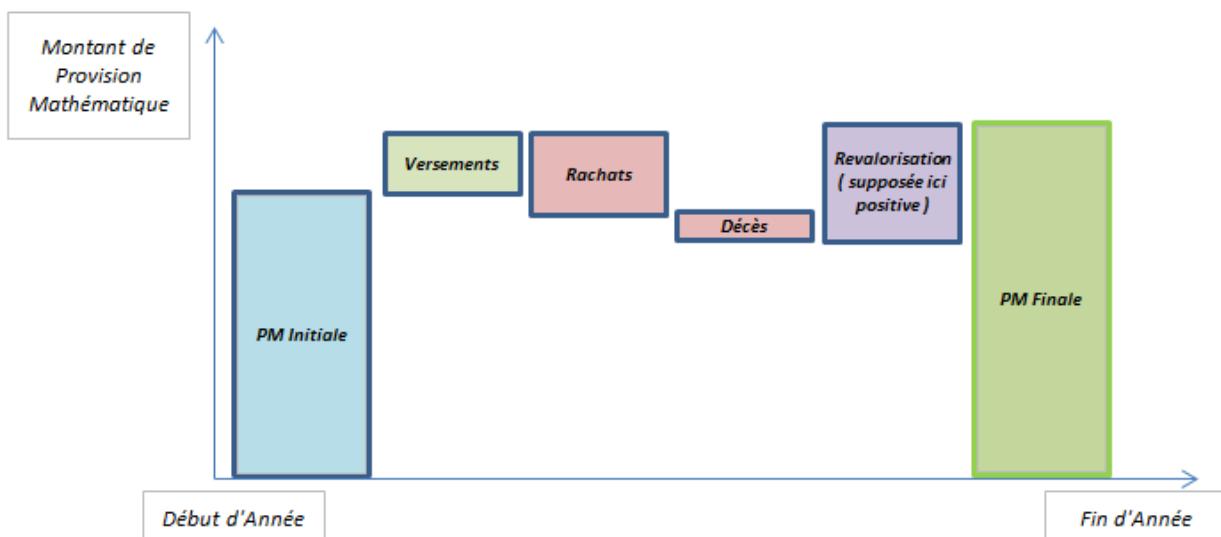
**Figure 9 : Modélisation de l'évolution annuelle de la provision mathématique**



**Commentaires :** L'engagement de l'assureur vis-à-vis du client, c'est-à-dire, la provision mathématique, évolue tout au long de l'année, en fonction des performances financières et du comportement du client. Les flux sortants vont contenir les rachats et décès. Les flux entrants sont modélisés par les versements complémentaires. Les arbitrages permettent de réallouer les fonds entre les différents supports € et UC. La revalorisation vient augmenter/diminuer l'épargne de l'assuré.

Une fois la Provision Mathématique de fin d'année obtenue, on réitère le procédé pour les années suivantes.

**Figure 10 : Evolution schématique de la PM au cours d'une année**



**Commentaires :** Au cours des premières années de la vie du contrat, la PM aura tendance à croître

année après année. Ensuite, les rachats & décès deviennent conséquents et la PM diminuera jusqu'à la clôture du contrat.

#### 4. Projection des flux financiers de l'assureur

Cette partie va employer les hypothèses de modélisation définies dans la partie I-C-2, qui s'appliqueront aux différentes assiettes de prestation et de provisions mentionnées dans la partie précédente.

Pour l'assureur, la modélisation des flux financiers va se décomposer en 5 parties : les chargements, les coûts, les commissions, les impôts et les besoins en capitaux à immobiliser.

##### a. Les chargements

Les chargements agrègent l'ensemble des flux théoriquement positifs ; cela inclut essentiellement donc d'un côté, tous les chargements pris à l'acquisition des primes et des versements (= « chargements d'acquisition »), et d'un autre côté, les frais de gestion et participations aux bénéfices conservées par l'assureur qui tombent annuellement. On y trouvera également quelques chargements plus rares, comme les frais d'arbitrages.

*NB : l'ensemble « frais de gestion & participations aux bénéfices » sur le fonds €, c'est-à-dire la marge prise sur le fonds €, peut être négatif si les produits financiers sont insuffisants pour couvrir les engagements garantis. Il s'agit du seul cas où le module « chargements » peut prendre des valeurs négatives. Par exemple, si le taux garanti sur le fonds € est de 2% et que les produits financiers bruts ne s'élèvent qu'à 1.80%, alors l'assureur devra céder 0.20% de ses fonds-propres pour servir les 2% promis au client et en plus, ne pourra pas prendre ses frais de gestion.*

Dans la catégorie des chargements, pour les Unités de Compte, en plus des frais de gestion, un autre flux financier positif est modélisé : les CPA (= « Commission de Prestation accessoire »). Il s'agit de frais rétrocédés par le gérant du support en Unités de Compte à l'assureur. En effet, le gérant préleve des frais complémentaires sur l'encours des UC, - payés par le client donc -, et en restitue une partie à l'assureur, car l'assureur conserve la gestion administrative et doit donc être rémunéré. Chaque Unité de Compte rétrocédée à un gérant aura son propre taux de CPA, qui aura été fixé au préalable, après négociations, entre l'assureur et le gérant de fonds.

Dans les chargements des UCs, on retrouve aussi parfois une prise de frais sur performances, fonctionnant similairement à la participation aux bénéfices du fonds €.

Tous les chargements sont calculés en fonction de la prime et de la PMP (= encours moyen de l'épargne de l'assuré sur l'année).

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Changement}_{acquisition} = \text{Changement Fixe}_{acquisition} + \text{Changement Variable}_{acquisition} * \text{Prime} \\ \text{Changement}_{\text{année } i} = \text{Changement}_{\epsilon} * \text{PMP}_{\epsilon_{\text{année } i}} + \text{Changement}_{UC} * \text{PMP}_{UC_{\text{année } i}} \end{array} \right.$$

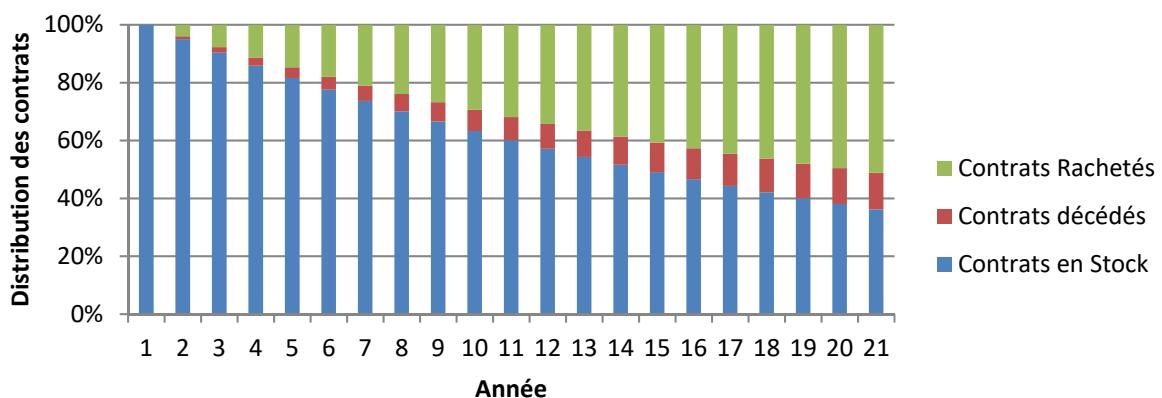
## b. Les coûts

Les coûts représentent les frais généraux liés aux contrats, à savoir :

- les coûts d'acquisition des primes
- les coûts de gestion annuels
- les coûts d'acquisition des versements complémentaires

Pour suivre l'évolution du modèle point et donc pour refléter au mieux le nombre dégressif de « vrais » modèle points suite aux rachats/décès, un indicateur-tracker illustre cette baisse de quantité de modèle points (donc de contrats à gérer), pour impacter les coûts à la baisse. L'hypothèse est faite que les coûts fixes sont majoritairement proportionnels au volume de contrats.

**Figure 11 - Evolution du nombre de contrats en portefeuille**



**Commentaires :** Pour un taux de décès constant à 1%, et un taux de rachat constant à 4%, on remarque qu'au bout de 20ans, moins de 40% des contrats subsistent encore. De fait, pour ne pas impacter trop négativement les estimations de profitabilité, le modèle suppose que les coûts fixes vont diminuer d'autant. Cette hypothèse est raisonnable car le laps de temps est suffisamment long pour permettre à l'assureur d'optimiser ses coûts et ses effectifs.

Tous les coûts sont calculés en fonction de la prime ou de la PMP.

$$\begin{cases} \text{Coût}_{acquisition} = \text{Coût Fixe}_{acquisition} + \text{Coût Variable}_{acquisition} * \text{Prime} \\ \text{Coût}_{gestion_{année i}} = \%contrats_{stock} * (\text{Coût Fixe}_{gestion} + \text{Coût Variable}_{gestion} * \text{PMP}_{année i}) \end{cases}$$

## c. Les commissions

La partie « Commissions » regroupe l'ensemble des commissions versées par l'assureur aux intermédiaires (agents et courtiers). Cela inclut les commissions à l'acquisition d'une nouvelle affaire ou de versements complémentaires, et les rémunérations annuelles pour le portefeuille, ainsi que diverses commissions exceptionnelles (non-modélisées dans la suite du mémoire) pour l'atteinte d'objectifs de versements, de fidélité, de taux €/UC ...

Toutes les commissions & rémunérations sont calculées en fonction de la prime et de la PMP.

$$\begin{cases} \text{Commissions}_{acquisition} = \text{Commission Variable}_{acquisition} * \text{Prime} \\ \text{Rémunération}_{année i} = \text{Rémunération}_\epsilon * \text{PMP}_\epsilon_{année i} + \text{Rémunération}_{UC} * \text{PMP}_{UC_{année i}} \end{cases}$$

#### *d. L'imposition*

La chronique de résultats statutaires de l'assureur est brute d'impôts initialement. Le taux d'imposition à choisir est initialement égal à 34.43%, que le résultat annuel soit bénéficiaire ou déficitaire (en effet, un déficit générera une exonération fiscale pour la prochaine année bénéficiaire).

Ensuite, une fois l'année d'acquisition de la nouvelle affaire écoulée, l'outil de rentabilité suppose un taux d'imposition inférieur à 34.43% et constant pour les années suivantes. Par raison de confidentialité, ce taux ne pourra pas être divulgué. Le modèle utilise un taux plus faible, car l'hypothèse d'une optimisation de la fiscalité à l'échelle de l'entreprise et des différents produits bénéficiaires et déficitaires est faite.

#### *e. Les besoins en capitaux*

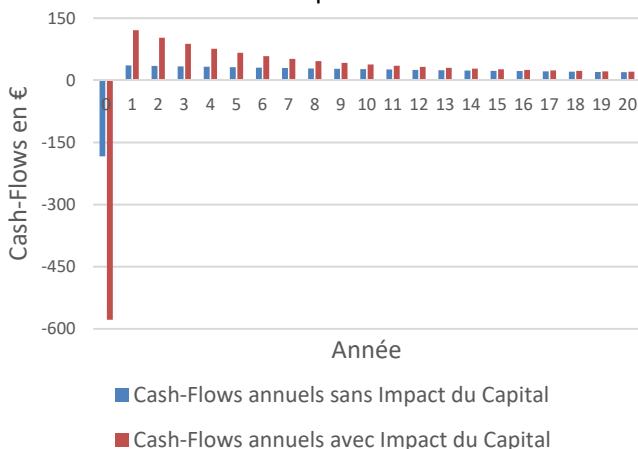
Pour exercer une activité d'assurance-vie, il est nécessaire d'immobiliser du capital pour assurer au client de pouvoir lui servir ses garanties correctement, dans la majorité des circonstances exceptionnelles. Avec la nouvelle réglementation « Solvabilité 2 », l'objectif est de n'être sensible (c'est-à-dire, subir un risque de faillite) uniquement une fois tous les 200 ans : il faut donc assurer une protection du risque au niveau 99,5%.

Ces besoins en capitaux sont calculés en fonction des risques encourus sur chaque produit d'assurance-vie. Il est donc absolument nécessaire d'en tenir compte pour estimer le plus fidèlement possible la rentabilité des produits commercialisés.

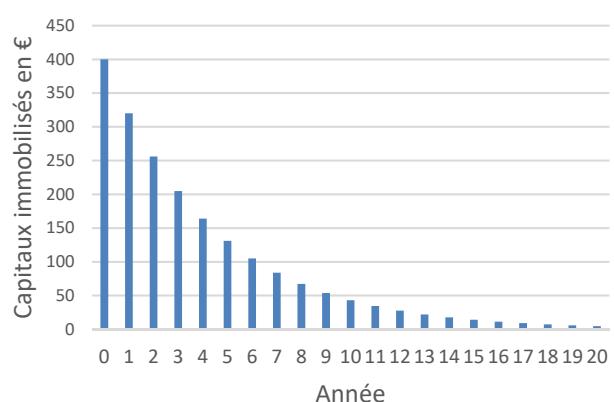
Lors du lancement du produit et de la souscription d'un contrat, l'assureur doit donc immobiliser un certain capital, et ne le récupérera qu'au fur et à mesure que le risque disparaîtra et que le produit cessera d'être utilisé. Pour schématiser, cela signifie qu'il y a un fort flux financier négatif la première année pour subvenir au besoin en capital immobilisé, et qu'ensuite, années après années, une petite part de ce capital est récupérée. Cela influe donc sur le résultat financier de l'assureur par effet d'actualisation des flux financiers futurs.

Le calcul des besoins en capitaux sera précisé dans les parties suivantes, et se base sur les variations de cash-flows (chargements – commissions & rémunérations – coûts).

**Figure 12.a - Déformation de la chronique de cash-flows liée à l'immobilisation du capital**



**Figure 12.b - Evolution annuelle des capitaux immobilisés**



**Hypothèses :** Les paramètres de modélisation sont simples mais permettent de bien comprendre le

rôle de chaque élément dans le modèle : Prime de 10 000 € - Capital immobilisé à hauteur de 4% de la PM. Zoom sur les 20 premières années.

**Commentaires :** L'immobilisation de capitaux déforme fortement la chronique de cash-flows, mais, modulo les impacts d'actualisation et les revenus propres à ces capitaux immobilisés, la somme globale touchée par l'assureur restera peu ou prou la même. Autrement dit, les indicateurs basés sur la somme des cash-flows varieront à l'ordre 2, tandis que ceux dépendant de la forme évolueront à l'ordre 1.

Ce besoin en capital est matérialisé ici comme un flux financier, de la même manière que les chargements ou commissions. En effet, cette immobilisation est vue par les équipes Business comme un flux sortant que l'assureur doit avancer au démarrage du produit (bien que l'argent immobilisé reste propriété de l'assureur). Ensuite, au fur et à mesure, une partie de ce capital sera relâché et viendra compléter les autres flux entrants, d'où la vision « cash-flow ».

Le capital immobilisé (dont le calcul sous Solvabilité 2 sera présenté plus loin) génère un coût, essentiellement à cause des flux d'actualisation. En effet, à terme, le capital immobilisé initialement,  $C_0$ , est entièrement récupéré. Or, la valeur de l'argent n'est pas la même entre la date  $t=0$  et la date  $t=T_{fin}$ . Généralement, les déflateurs annuels étant positif, la valeur actuelle de flux futurs est plus faible que leur valeur faciale.

Ensuite, un second élément pousse à aboutir à un coût ; les impôts sur les produits financiers générés par le capital immobilisé. En effet, le capital immobilisé est, pour des raisons d'optimisation financière, également placé sur les marchés financiers (mais sur des produits très peu risqués). Ce placement génère des produits financiers, qui sont donc imposables. *Avec des produits financiers sans risques mais avec un rendement supérieur au taux de déflation, il y a une compensation d'un point de vue coût du capital ; or, avec les impôts sur les produits financiers, cela est impossible (à moins d'investir sur des actifs plus risqués, mais cela n'est pas l'objectif du capital immobilisé).*

C'est pourquoi, le capital immobilisé génère un coût.

#### Evaluation du coût du capital :

Soit  $C_i$  le capital à immobiliser en année  $i$ . (la formule de calcul du capital immobilisé sera détaillée dans la partie 2).  $C_i$  est supposé positif. Initialement, à  $t=0$ , aucun capital n'est immobilisé,  $C_0=0$ .  $C_1$  sera le premier montant à immobiliser initialement. Chaque année, il ne reste plus qu'à ajouter/réduire ce montant. A la date  $T_f$ , date de fin de la modélisation du contrat,  $C_{T_f} = 0$ . Ici,  $T_f = 60$ .

La variation de capital aux dates  $t=i$  s'écrit donc :

$$\Delta CapImmo_i = C_i - C_{i-1} \text{ pour } i > 0$$

Le capital immobilisé est malgré tout, investi sur des actifs financiers, mais très peu risqués. On supposera que le capital est rémunéré au niveau du taux d'actualisation :

$$Produits Financiers sur CapImmo_i = Pfi_i = \left( \frac{TauxActu_{i-1}}{TauxActu_i} - 1 \right) * C_{i-1} \text{ pour } i > 0$$

*Les taux d'actualisation étant essentiellement positifs, la chronique de taux d'actualisation est décroissante, donc les produits financiers du capital sont positifs.*

Or ces produits financiers seront taxés, selon le taux d'imposition en vigueur (cf. paragraphe suivant). De fait, cela génère un coût du capital.

En effet, sans cette imposition, le coût du capital serait nul car :

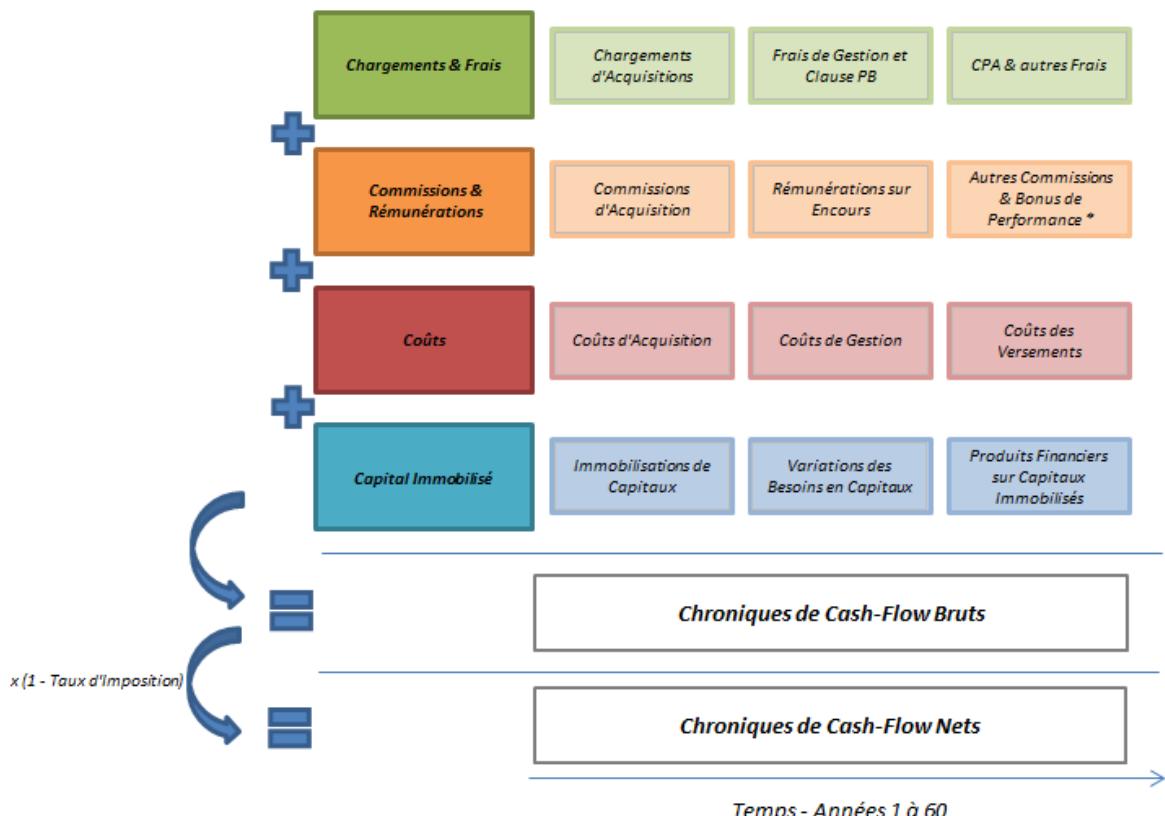
$$\begin{aligned}
 \text{Coût du Capital} &= \sum_{i=1}^{60} (-\Delta CapImmo_i + Pfi_i) * TauxActu_i \\
 &= \sum_{i=1}^{60} \left( C_{i-1} - C_i + \left( \frac{TauxActu_{i-1}}{TauxActu_i} - 1 \right) * C_{i-1} \right) * TauxActu_i \\
 &= \sum_{i=1}^{60} \left( -C_i + \frac{TauxActu_{i-1}}{TauxActu_i} * C_{i-1} \right) * TauxActu_i \\
 &= - \sum_{i=1}^{60} C_i * TauxActu_i + \sum_{i=1}^{60} C_{i-1} * TauxActu_{i-1} \\
 &= -C_{60} * TauxActu_{60} + C_0 * TauxActu_0 = -0 * TauxActu_{60} + 0 * 100\% = 0
 \end{aligned}$$

Avec le coût du capital sur les produits financiers, ces derniers étant positifs, on obtient une valeur négative, autrement dit le capital génère bien un coût dès que l'on tient compte de l'imposition :

$$\text{Coût du Capital} = \sum_{i=1}^{60} (-\Delta CapImmo_i + Pfi_i * (1 - TauxImposition_i)) * TauxActu_i < 0$$

#### f. Bilan de l'analyse des flux financiers

**Figure 13 :** Schéma-bilan des composantes du résultat statutaire d'un assureur



**Commentaires :** En sommant, chaque année, l'ensemble des composantes du résultat statutaire annuel de

*l'assureur, on obtient une chronique de flux financiers. Le bloc de « chargements & frais » sera presque toujours positif. Les catégories « Coûts et Commissions » génèreront des pertes ; quant au « capital immobilisé », il déformerà fortement l'allure de la chronique de cash-flows mais aura un impact plus négligeable sur d'autres indicateurs.*

Cette chronique de résultats annuels statutaires sera au cœur des études de rentabilité. Grâce aux indicateurs de rentabilité présentés dans la partie suivante, les risques du produit pourront être finement analysés, tout comme la profitabilité de chaque produit dans le cadre de la réglementation Solvabilité 2.

#### **Outil de Calcul :**

Le macro-modèle de rentabilité a été réalisé sous Excel en employant également l'outil VBA pour la modélisation stochastique (plus de détails sur la modélisation stochastique dans la partie 2). L'outil estime la rentabilité d'un model point, et nécessite de définir l'ensemble des hypothèses définies dans les paragraphes précédents : lois comportementales, hypothèses financières, ...

Ensuite, une fois les hypothèses chargées, le modèle calcule dans un premier temps l'évolution annuelle de la provision mathématique, en tenant compte des différents flux financiers possibles (revalorisation, rachat, décès, arbitrage, ...), puis enchaîne sur l'estimation des cash-flows de l'assureur. Cette première étape permet d'obtenir l'ensemble des résultats nécessaires pour l'initialisation des calculs de profitabilité, et fournit déjà les premiers indicateurs indépendants du capital immobilisé.

Dans un second temps, l'outil va estimer l'ensemble des sensibilités aux chocs financiers et techniques, pour en déduire l'exposition au risque du produit et de fait, les besoins en immobilisation de capitaux. Une fois cette étape finie, l'ensemble des indicateurs pourront être publiés, y compris ceux tenant compte du capital immobilisé.

Cette seconde partie est la partie la plus coûteuse en temps et en mémoire, car il s'agit tout d'abord de calculer stochastiquement, sur plusieurs milliers de scénarios financiers, pour tous les chocs, les flux financiers de l'assureur, puis d'estimer les expositions aux risques.

## **II. Analyse de Rentabilité sous Solvabilité 2**

*Dans cette partie, vont être abordés la réglementation Solvabilité 2 et les changements induits sur la modélisation des risques et de la rentabilité. Dans un premier temps, sera détaillée la nouvelle norme Solvabilité 2, en se focalisant surtout sur les conséquences du point de vue du calcul des risques. Ensuite, les indicateurs de rentabilité et leurs sous-jacents seront définis afin d'identifier ceux qui subiront différents impacts Solvabilité 2. Finalement, la théorie sur la projection du SCR sera présentée.*

### **A. Calcul du risque sous Solvabilité 2**

*Avant de passer à la modélisation de la rentabilité des produits d'assurance-vie sous Solvabilité 2, voici les caractéristiques fondamentales de la nouvelle réglementation Solvabilité 2.*

#### **Le régulateur français :**

L'ACPR = « Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution » est l'organe de supervision français de la banque et de l'assurance, indépendante et adossée à la Banque de France. Elle est chargée de l'agrément et du contrôle des établissements bancaires et des organismes d'assurance.



Ses objectifs sont de veiller :

- à la préservation de la stabilité financière
- à la protection des clients des banques, des assurés et bénéficiaires des contrats d'assurance
- à l'élaboration et à la mise en œuvre des mesures de prévention et de résolution des crises bancaires
- au respect, par les personnes soumises à son contrôle, des règles relatives aux modalités d'exercice de leur activité

#### **Pourquoi protéger le consommateur d'assurances ?**

Les contrôles effectués par le régulateur ont de multiples objectifs :

- Assurer la protection des clients, des assurés et des bénéficiaires, et du respect des engagements de l'assureur pour l'indemnisation des risques couverts,
- Permettre la préservation du système financier, en s'assurant de la stabilité et de la solvabilité des entreprises d'assurance,
- Participer à la lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme.

*Au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, chaque pays européen a mis en place des entités de régulation. Dans la suite de la construction de l'Union Européenne, pour uniformiser les réglementations nationales, des normes ont été instaurées au fur et à mesure. Ces dernières années ont vu l'émergence d'une nouvelle norme à l'échelle européenne : Solvabilité 2*

### **1. Modélisation du Capital immobilisé sous Solvabilité 1**

Jusqu'au 1<sup>er</sup> Janvier 2016, la réglementation utilisée pour modéliser le capital à immobiliser était la norme « Solvabilité 1 ». Elle imposait une immobilisation proportionnelle à l'engagement de l'assureur, appelée marge de solvabilité réglementaire (= « MSR ») :  $MSR = 4\% PM \text{ €} + 1\% PM UC - \text{Diversification}$ .

Pour atténuer les coefficients de 4% et 1%, les assureurs tiennent compte d'un coefficient de diversification X, majoritairement compris entre 50% et 100%. Par exemple, avec un effet de diversification diminuant le besoin à 80% du taux initial, le capital n'est plus que de 3.2% sur l'€ et de 0.8% sur les UC.

Année après année, le capital immobilisé est recalculé en fonction de l'épargne du client. Usuellement, la MSR va croître les premières années, car les versements complémentaires et la revalorisation annuelle dominent largement les taux de rachats et de décès. Ensuite, à plus long terme, la MSR va diminuer jusqu'à 0, les rachats et les décès prenant le pas sur le reste. Cette baisse de la MSR va augmenter légèrement les résultats financiers des années futures.

On notera que la MSR rapporte un peu d'argent à l'assureur, car ces capitaux immobilisés ne restent pas inactifs mais sont placés sur des placements très peu risqués (et donc de fait, très peu rémunérateurs). Cela permet de compenser légèrement l'effet de dévaluation temporelle de l'argent. (cf. partie I-C-4-e sur *les besoins en capitaux et le coût du capital*)

La modélisation de la marge de solvabilité réglementaire est donc entièrement comptable et parfaitement alignée sur le niveau de provisions mathématiques. Plus le portefeuille sera en croissance, plus l'immobilisation sera importante. A aucun moment, les risques intrinsèques au produit ne sont pris en compte.

Ainsi, un fonds € sans taux garanti et un fonds € avec un taux minimum garanti à 3% nécessiteront la même MSR alors que le risque sous-jacent est bien plus conséquent sur le produit avec le TMG à 3%. De manière analogue, le type d'investissement (obligations d'états, actions, immobilier, ...) n'est pas pris en compte, alors que chaque type d'actifs a ses avantages et inconvénients.

C'est donc pour résoudre ce problème et ainsi tenir compte des réels enjeux & risques économiques du produit, que la norme Solvabilité 2 a été développée.

## 2. Solvabilité 2

La réglementation « Solvabilité 2 » a commencé à être travaillée au cours des années 2000, pour suivre entre autres l'évolution réglementaire côté bancaire. Elle a été rédigée dans l'optique d'améliorer la mesure et le suivi des risques au sein des entreprises d'assurance, afin de limiter au maximum les risques d'insolvabilité et de faillite.

### a. Pourquoi un nouveau régime de solvabilité ?

L'objectif général des réglementations du monde de l'assurance est de garantir aux clients la solvabilité à long terme de la compagnie qui les assure.

Jusqu'à la mise en place de Solvabilité 2 en 2016, la norme en place, désormais communément appelée « Solvabilité 1 », commençait à être dépassée. Il s'agissait d'une réglementation ayant été instaurée en 1970, et qui n'avait pas été totalement harmonisée au niveau européen, - « l'Union Européenne » étant à l'époque encore en pleine construction.

L'approche Solvabilité 1 n'était plus cohérente avec la vision économique des risques. Elle était basée essentiellement sur l'évaluation d'éléments purement comptables, et n'avait pas encore suivi les évolutions réglementaires du monde de la banque (avec « Bâle 2 » puis « Bâle 3 »). La Marge de Solvabilité

Réglementaire (MSR) ne reflétait pas les vrais risques portés par l'assureur ; d'où un capital immobilisé globalement prudent, mais décorrélé avec la réalité économique des investissements.

Les faillites d'entreprises d'assurances ont été rarissimes au cours des dernières dizaines d'années, preuve d'une certaine efficacité de la réglementation en place à l'époque, mais néanmoins la rédaction de nouvelles normes était devenue nécessaire.

Ainsi, avec en arrière-plan la crise des subprimes, la mondialisation des marchés économiques, l'uniformisation des règlements financiers, l'internationalisation des compagnies d'assurance, ..., il a semblé nécessaire à l'Union Européenne et son régulateur, l'EIOPA (« *European Insurance and Occupational Pensions Authority* » = Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles – cette institution rassemble les autorités nationales de contrôle des assurances, dans le cadre de la réforme Solvabilité 2), de mettre fin à l'approche forfaitaire principalement quantitative de l'exigence de solvabilité, afin de mieux prendre en compte les risques économiques des produits.



La volonté générale du régulateur européen est de placer la gestion des risques au cœur de la gouvernance des assureurs.

Avec la réglementation Solvabilité 2, l'idée est d'établir des règles communes à tous les états membres de l'Union Européenne, pour un marché unique véritablement intégré, et de corriger les limites de la norme Solvabilité 1. Cela passe par la mise en place de deux exigences en capital reflétant mieux les risques supportés par l'assureur : Solvency Capital Requirement (=SCR) et Minimum Capital Requirement (MCR).

La formule de calcul du SCR sera développée dans la partie suivante, mais en première approche, le SCR peut être vu comme le capital cible requis pour résister à un choc majeur, choc résultant d'une exposition aux risques financiers et/ou techniques. Entre la situation centrale et une situation critique, les revenus de l'assureur risquent de chuter, et cette perte doit être couverte dans une majorité des cas. Pour combler ce gap et limiter le risque de faillite, du capital devra être immobilisé pour assurer la solvabilité de l'entreprise.

Les mesures Solvabilité 2, promues par la Commission Européenne et adoptées par le Parlement Européen et le Conseil, vont permettre d'harmoniser les règles prudentielles de solvabilité imposées aux assureurs de l'Union Européenne, en installant un standard de marché.

### *b. La directive Solvabilité 2 et ses fondamentaux*

La directive Solvabilité 2 est entrée en application au 1<sup>er</sup> Janvier 2016, après plusieurs années d'expérimentations et d'implémentations des processus propres à cette nouvelle loi. Les normes Solvabilité 2 se matérialisent via des exigences dans 3 catégories, appelées aussi piliers :

Pilier I : Exigences Quantitatives

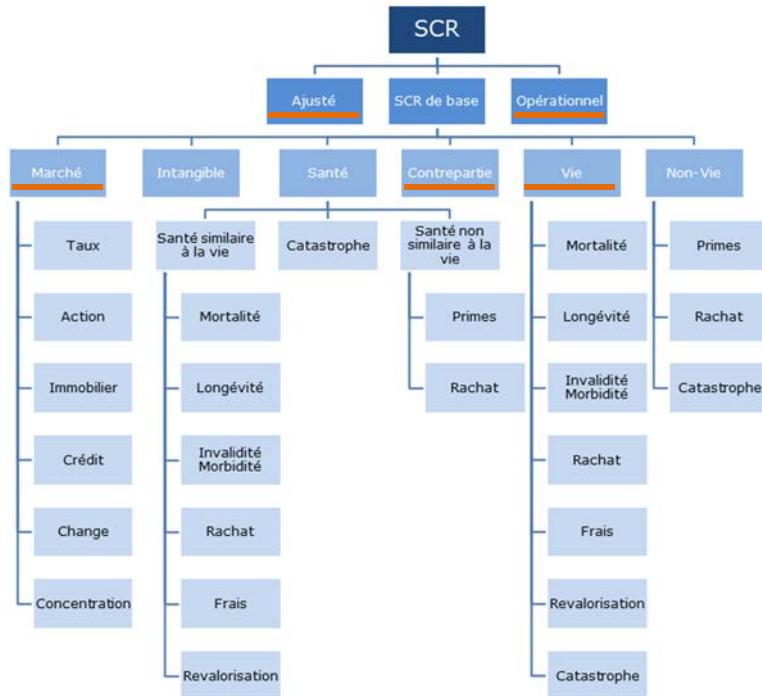
Pilier II : Exigences en matière d'organisation et de gouvernance

Pilier III : Exigences en matière d'informations prudentielles et de publication

Cette réglementation, en mesurant et gérant mieux le risque, et s'intégrant dans la volonté européenne d'accroître la compétitivité et l'intégration de l'industrie européenne de l'assurance, va avoir des impacts forts en termes de stratégie/gouvernance/investissements/produits...

Le Pilier 1 a pour enjeu de calculer un capital réglementaire reflétant la réalité économique de l'assureur. Il se matérialise par la mise en place du calcul du SCR = « *Solvency Capital Requirement* » (cf. partie suivante pour plus d'informations sur le SCR). Plusieurs possibilités pour l'estimer existent : soit via la formule standard présente dans les textes Solvabilité 2, soit en développant un modèle interne propre à la compagnie, soit en construisant des solutions hybrides. La formule standard et la majorité des modèles internes, sont conçues selon une architecture modulaire.

**Figure 14 : Les risques structurant le SCR**



**Commentaires :** Le graphique ci-dessus représente l'ensemble des risques pouvant influer sur le résultat opérationnel de l'assureur, et de fait, modulant ses situations à risques. L'approche pyramidale par blocs est caractéristique de Solvabilité 2, d'où le nom d'approche modulaire. Les SCR étudiés dans ce mémoire ne concerneront que les branches « Vie », « Marché », « Contrepartie », « Opérationnel », ainsi que l'ajustement.

Ce SCR a pour objectif d'estimer le risque bicentenaire, c'est-à-dire, de projeter le capital nécessaire pour limiter le risque de faillite à une fois tous les 200 ans. Autrement dit, le SCR simule le capital correspondant à la VAR 99,5% à un an, permettant de limiter la probabilité de ruine à 1 an à 0,5%.

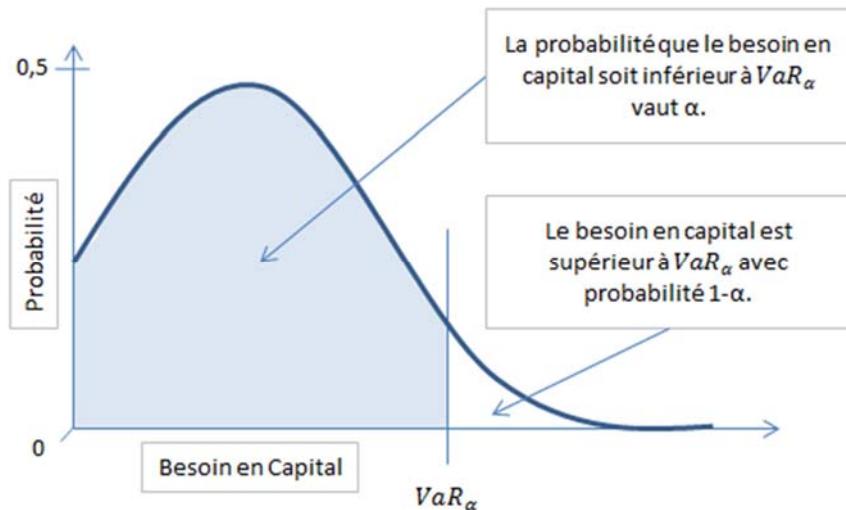
### Value-at-Risk = VAR = Valeur à Risque :

La VaR de niveau  $\alpha$  définit ici le capital-seuil, tel que, un besoin supérieur en capital ait une probabilité de niveau  $1 - \alpha$  de se réaliser.

$$VaR(\alpha); 1 - \alpha = \Pr(VaR(\alpha) < \text{Besoin en capital})$$

Si le besoin de capital n'est pas couvert par le Capital-VaR, l'assureur est en situation de ruine.

**Figure 15 : Illustration de la VAR – Courbe de distribution du besoin en capital**



**Commentaires :** Plus le niveau de couverture du risque de ruine est élevé, plus le besoin en capital sera important.

Le pilier 1 instaure aussi la notion de MCR = Minimum de Capital Requis, qui représente le niveau de fonds propres en dessous duquel les intérêts des preneurs se verrait menacés si l'entreprise poursuivait son activité.

Le pilier 2 a pour objectif de renforcer les systèmes de gouvernance et de gestion des risques. Il officialise les structures de Risk Management, c'est-à-dire, des équipes spécialisées dans la supervision des risques. Cette entité doit être indépendante des lignes de métiers et doit être directement rattachée à la direction de l'entreprise.

Le pilier 3 vise à promouvoir la transparence financière, tant pour faciliter la communication que les contrôles. Cela inclut l'ensemble des demandes de reporting auprès des autorités de contrôle, du marché, et du public, dont entre autres les reportings quantitatifs à destination du régulateur.

### c. Les investissements & Solvabilité 2

De façon générale, Solvabilité 2 a permis une plus grande liberté dans le choix des supports d'investissement pour l'assureur, tant que le risque économique de chaque allocation reste maîtrisé et couvert. Ainsi, cela se traduit par l'optimisation du couple rendement / risque. Par rapport à la norme Solvabilité 1, cela a individuellement pénalisé légèrement par exemple les actions et immobiliers, à cause de la volatilité des actions et de l'illiquidité des placements immobiliers, mais parallèlement, cela a renforcé

l'attrait du risque de crédit ou d'actifs non côtés. Sur le long-terme, Solvabilité 2 semble un peu plus pénalisante que la norme actuelle, à cause également d'une volatilité plus importante de l'ensemble des actifs qu'à court-terme.

Néanmoins, grâce à la prise en compte de la diversification des allocations d'actifs pour évaluer le risque du portefeuille global, toutes les stratégies diversifiées d'investissement deviennent intéressantes.

#### *d. Bilan Actif-Passif sous Solvabilité 2*

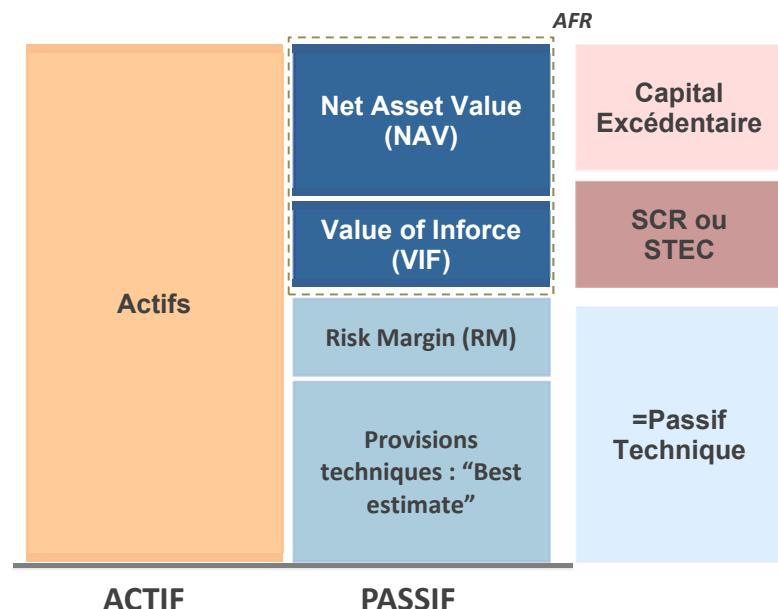
Avec la réglementation « Solvabilité 2 », l'actif est désormais revalorisé en valeur de marché. Il n'y a donc « qu'à » récupérer les valeurs de marché pour calculer le total des actifs. L'objectif est toujours celui de Solvabilité 2, à savoir d'obtenir des indicateurs estimant au mieux la valeur économique du portefeuille. La vision comptable de Solvabilité 1 a été abandonnée.

Le passif est quant à lui estimé en deux parties.

La première, les fonds propres de la compagnie d'assurance (ou AFR= « Available Financial Ressources »), va être divisée en 2 parties : le SCR et le capital excédentaire. Les fonds propres économiques peuvent également être subdivisées en la VIF (= « Value of Inforce » = la valeur du portefeuille net du coût de portage des passifs – cf. partie II-B-1-a pour plus d'informations) et l'ANAV (= « Adjusted Net Asset Value = Actif Net Réévalué en valeur de marché). Tant que les fonds propres seront supérieurs au SCR, le ratio de solvabilité minimal sera dépassé et l'assureur pourra continuer son activité.

La seconde correspond aux provisions techniques. Cela inclut l'estimation de l'engagement vis-à-vis de l'assuré, c'est-à-dire le BEL (Best Estimate Liabilities) représentant l'actualisation de l'ensemble des prestations futures, en valeur de marché, et la marge de risque.

**FIGURE 16 : Bilan Actif-Passif sous Solvabilité 2**



**Commentaires :** En passant en valeur de marché avec Solvabilité 2, la valorisation en valeur comptable des actifs et la prise en compte des plus-values latentes à l'actif ont été abandonnées. D'un point de vue passif, ce changement réglementaire se matérialise par l'apparition du SCR et du MCR, et l'évaluation des provisions techniques en valeur de marché tout en tenant compte de la marge au risque. Si

*le ratio « Fonds Propres /SCR » est inférieur à 1, alors le produit est autosuffisant en capital – si non, il est consommateur de capital.*

Dans le cadre du calcul de rentabilité d'une affaire nouvelle, on aura :

$$AFR = VIF - RM \text{ et Capital Immobilisé} = SCR - (VIF - RM)^6$$

### Risk Margin

La RM = Risk Margin = Marge pour Risque correspond au besoin minimal de capital à immobiliser pour couvrir les risques techniques d'un business. Il s'agit donc du coût de portage/d'immobilisation du capital, nécessaire pour racheter/reprendre l'activité d'assurance (autrement dit, la provision technique). Elle est évaluée à partir du coût d'immobilisation du capital nécessaire pour couvrir l'exigence de capital relatif aux engagements d'assurance jusqu'à leur extinction.

En effet : Sous Solvabilité 2 : Best Estimate + Risk Margin = Passifs techniques évalués en valeur de marché.

Autrement dit, dans la pratique, si un assureur reprend le portefeuille d'un concurrent, il devra mettre de côté au moins le montant équivalent à la Risk Margin (=6% des SCR Techniques & Opérationnels). De manière analogue au capital immobilisé, il retrouvera cette somme au fur et à mesure de l'écoulement de son portefeuille.

*Nota Bene : Attention : la RM dépend des SCR futurs. Il est donc nécessaire de projeter annuellement correctement les SCR pour avoir une RM la plus fiable possible.*

### e. Formule Standard et Modèle Interne

La réglementation Solvabilité 2 permet de quantifier les risques du pilier 1 par différentes méthodes. Il est possible de suivre les formules et chocs standards définis par les textes réglementaires ; on parlera dans ce cas de « Formule Standard ». Une alternative est sinon de développer son propre outil interne d'évaluation des risques ; on parlera de « modèle interne ». Il existe également d'autres situations intermédiaires entre ces 2 extrêmes, mais elles ne seront pas évoquées dans ce rapport.

Dans le cadre de la formule standard, les chocs à utiliser ont été calculés par le législateur européen, l'EIOPA. Cela permet d'avoir une métrique commune à tous les assureurs suivant cette méthodologie. Les chocs sont facilement applicables, leurs intensités ont été calibrées à l'échelle européenne, etc.

Néanmoins, certains grands assureurs estiment qu'en implémentant leur propre modèle interne, ils auront une analyse plus fine des risques associés à leur portefeuille. En effet, grâce à un modèle complet, l'assureur peut modéliser finement les interactions entre actif et passif, et quantifier plus justement les quantiles 99.5% des risques à étudier ou encore les matrices de corrélation entre les différents risques. Cela permet également d'y inclure différentes Management Actions qui peuvent être mises en place pour défendre le stock et la collecte en cas de crises.

---

<sup>6</sup> Dans la pratique, cf. partie II-B-2-c sur le calcul du capital immobilisé, par mesure de prudence, la formule de calcul du capital à immobiliser sera revue à la hausse.

Certes, le développement d'un tel outil est coûteux, et de fait, seuls d'importants assureurs en ont mis en place. De plus, le modèle doit être validé puis régulièrement audité par le régulateur national, et nécessite de nombreuses équipes pour l'exploiter, garder à jour les hypothèses de modélisation, ... Mais le gain en capital à immobiliser est suffisamment conséquent pour amortir ces diverses prestations.

*Les caractéristiques principales de la réglementation Solvabilité 2 nécessaires au calcul des risques du pilier I ont été étudiées. Avant de détailler plus finement les chocs et l'estimation du capital à immobiliser en partie II-C, les différents éléments mathématiques nécessaires au calcul du capital immobilisé et des indicateurs de rentabilité vont être expliqués.*

## ***B. Modélisation des Risques & Indicateurs de rentabilité***

Les flux financiers estimés sont au cœur du calcul des expositions aux risques financiers et techniques et donc du calcul du capital à immobiliser. Ainsi, l'ensemble de la partie I permet d'avoir une première idée de la rentabilité du produit modélisé, qui sera complétée avec les éléments à venir.

La création d'indicateurs de rentabilité spécifiques à l'assurance a été rendue nécessaire à cause des pertes initiales et des incertitudes sur les gain/dépenses des années futures obligeant la mise en place d'indicateurs non pas annuels mais prospectifs, s'étalant sur l'ensemble de la durée du contrat.

### ***1. Indicateurs « bruts »***

Les indicateurs ci-après sont basés sur les résultats statutaires présentés dans la partie I.

#### ***a. VIF***

La VIF = Value of Inforce = Valeur du portefeuille, correspond à la valeur actuelle des résultats futurs distribuables à l'actionnaire générés par le portefeuille de contrats de la société et actualisés à un taux représentant le coût réel du capital. Il s'agit en fait de la valeur actuelle nette des profits futurs du portefeuille des contrats en considérant qu'il n'y ait pas de nouvelles souscriptions après la première année (id est : le portefeuille est « fermé » ou « en run-off ») et ce, sur toute la durée restante du contrat.

La VIF ne tient pas compte du capital immobilisé.

Dans la suite du rapport et des calculs, la VIF sera toujours considérée comme étant brute d'impôts.

$$\begin{aligned} VIF &= \sum_{i=1}^{60} \text{Flux Financiers}_i \text{ bruts d'impôts hors Capital Immobilisé} * \text{Taux Actu}_i \\ &= \sum_{i=1}^{60} (\text{Chargements & Frais}_i + \text{Commissions & Rémunérations}_i + \text{Coûts}_i) * \text{Taux Actu}_i \end{aligned}$$

#### ***VIF Stochastique et VIF déterministe :***

La VIF peut être calculée de 2 manières distinctes : soit selon un scénario financier central, soit via la moyenne des VIF sur plusieurs milliers de scénarios (4000 dans notre situation).

$$VIF_{stochastique} = \frac{1}{4000} * \sum_{j=1}^{4000} VIF_{scénario financier j}$$

L'idée est de balayer un spectre suffisamment large de performances pour étudier la volatilité des résultats financiers. Le gap entre la valeur centrale et la moyenne sur le stochastique sera appelé la TVOG (=Time Value of Options and Guarantees = Valeur Temps des options et des garanties), et sera détaillé plus amplement dans les points suivants.

### b. SCR

Dans l'ensemble des calculs à venir sur l'estimation de l'exposition aux risques, le cœur du raisonnement est basé sur les fluctuations de valeur de la VIF, c'est-à-dire, de la valeur du portefeuille. En effet, l'exposition considérée correspond à la différence entre la VIF dans un scénario choqué (par exemple, après un choc action) et la VIF dans un scénario central « Base Case ». Ce delta est appelé SCR = Solvency Capital Requirement. Il s'agit du montant de capital minimum dont l'assureur doit disposer pour absorber les pertes potentielles à horizon un an avec une probabilité de 99.5%.

Le  $SCR_{t=i} = Vif_{choquée_{t=i}} - Vif_{centrale_{t=i}}$  illustre donc la perte de valeur du portefeuille, ou encore, l'exposition au choc X, en date t=i.

La métrique « VIF » a été développée pour chiffrer précisément le SCR dans chaque scénario. Le SCR est au cœur des estimations des besoins en capitaux à immobiliser

*Le SCR peut également être calculé comme la variation de la valeur nette des actifs, autrement dit, comme le delta entre la valeur de marché des actifs et le BEL. Cela correspond de fait à la somme des fonds propres et à la VIF. Or étudiant uniquement la rentabilité des affaires nouvelles, l'hypothèse est faite que les gains/pertes sur fonds propres du stock ne seront pas modélisés, d'où la restriction du SCR du New Business uniquement aux variations de la VIF.*

#### **Pourquoi calculer un SCR sur la VIF et non pas sur la NBV ou sur la CEV ?**

*Le strain est supposé être identique pour tous les produits, les variations financières n'intervenant qu'à partir de l'année 1. Ainsi, lors des calculs de SCR, chaque VIF aurait la même composante de strain. De fait, il n'est donc pas nécessaire d'en tenir compte. Cela permet d'alléger sensiblement les calculs. De plus, si variation du strain il y a, ces variations seraient majoritairement dues à des impacts liés à l'acquisition du Business. Or l'objectif est avant tout de saisir la valeur du portefeuille hors dépenses « exceptionnelles » liées à l'acquisition. C'est également une des raisons pour ne pas tenir compte du strain dans le SCR.*

### c. TVOG

Après avoir déroulé les milliers de scénarios financiers et avoir calculé la VIF de chaque compte de résultat, on se base à nouveau sur le lien mathématique entre le scénario central risque neutre et les scénarios « choqués » pour mettre en avant un nouvel indicateur : la TVOG = Time Value of Options and Guarantees = Valeur temporelle des options et des garanties.

La TVOG est calculée comme le delta entre la moyenne des VIF stochastiques (*dans la maquette de rentabilité, 4000 scénarios financiers sont proposés – de fait, la VIF stochastique sera la moyenne des 4000 VIF individuelles*) et la VIF centrale Risque Neutre.

$$TVOG = VIF_{Scénario stochastique} - VIF_{Scénario central}$$

Plus concrètement, la TVOG illustre le coût des options et garanties – comme la garantie plancher, les engagements de taux garantis minimum, ... – ainsi que, dans un second temps, la sensibilité des résultats aux scénarios financiers centraux.

La garantie plancher sur les UCs étant une option, non-présente sur la majorité des contrats, la

majorité des produits commercialisés aura une TVOG majoritairement drivée par les engagements sur le fonds €.

Sur les fonds €, en effet, en cas de situation de taux bas, la prise de frais de gestion dans leur totalité devient presque impossible pour les assureurs, et leur marge est donc fortement réduite (car il faut fournir au client d'un fonds € une revalorisation positive ou nulle garantie contractuellement).

**Tableau 7 – Quelques exemples de détérioration de la marge assureur sur le fonds €**

	Taux Brut	Clause PB	Frais de Gestion	Taux Minimum Garanti	Taux Net Servi	Marge Assureur
« Base Case »	3.00%	100%	0.80%	0%	2.20%	0.80%
Stochastique 1	0.50%	100%	0.80%	0%	0.00%	0.50%
Stochastique 2	-2.00%	100%	0.80%	0%	0.00%	-2.00 %
« Base Case »	3.00%	90%	0.80%	0%	1.90%	1.10%
Stochastique 1	0.50%	90%	0.80%	0%	0.00%	0.50%
Stochastique 2	-2.00%	90%	0.80%	0%	0.00%	-2.00%

**Hypothèses :** La marge assureur est ici hors coûts/rémunérations sur encours. Elle ne tient compte que des frais de gestion et de la prise de marge sur la participation aux bénéfices.

**Commentaires :** Dans la situation centrale, selon la clause PB, l'assureur préleve entre 0.80% et 1.10% de frais. En cas de situation défavorable, le prélèvement diminue drastiquement et les résultats financiers vont être fortement dégradés.

Dans ce cas, l'effet peut même être amplifié par les phénomènes de rachat dynamique, si les concurrents servent de meilleurs taux : cela va accentuer le rachat des contrats, et de fait, en plus d'abandonner de la marge, l'assureur gèrera moins d'encours mais avec des coûts généraux non-optimisés, ce qui pourrait creuser la perte financière sur le scénario étudié.

A l'inverse, sur les fonds en Unités de Compte, les impacts financiers sont de l'ordre 2 car la prise de frais reste toujours possible, quelle que soit la performance de l'UC. La TVOG du fonds UC existe essentiellement par un effet à l'ordre 2 : les revalorisations à la hausse ou à la baisse des encours des UCs influent sur l'encours du contrat ; s'appliquant sur une assiette plus volatile, les frais de gestion varient légèrement, d'où un résultat financier évoluant sensiblement. La garantie-plancher, si elle existe, peut néanmoins représenter une part conséquente de la TVOG des UCs.

**Tableau 8 – Quelques exemples de détérioration de la marge assureur sur les UCs**

	Epargne UC – Début d'année	Revalorisation des UCs nette de frais	Epargne UC – Fin d'année	PMP	Frais de Gestion	Marge Assureur
« Base Case »	100 000 €	+50 %	150 000 €	125 000 €	1%	1 250 €
Stochastique 1	100 000 €	0 %	100 000 €	100 000 €	1%	1 000 €
Stochastique 2	100 000 €	-50 %	50 000 €	75 000 €	1%	750 €

**Hypothèses :** On ne suppose ici aucun rachat/décès/versement. Les coûts et rémunérations sur encours ne sont pas modélisés.

**Commentaires :** Même dans des situations très défavorables, l'impact sur les frais prélevés par

*l'assureur reste soutenable, et en cas de coûts et rémunérations limités, l'assureur peut continuer à générer des bénéfices.*

Ainsi, pour un produit « basique », sans garantie plancher, la TVOG sera majoritairement drivée par la TVOG du fonds €, elle-même fortement dépendante des divers engagements de revalorisation du fonds € (taux minimum garanti, frais de gestion inclus ou exclus de la garantie, clause de participation aux bénéfices, etc.). Ces seuils influent tous sur l'abandon de marge probable de l'assureur, et joue donc à l'ordre 1 sur l'estimation des flux financiers. La hausse des rendements du fonds € ne jouera qu'à l'ordre 2 par effet d'assiette, comme pour les Unités de Compte.

C'est pourquoi, la TVOG sera majoritairement négative.

#### *d. CEV et NBV*

La NBV = New Business Value= Valeur du Nouveau Business, correspond à la valeur actualisée nette des résultats distribuables futurs à laquelle on ajoute le coût des options et garanties des contrats du new business, ainsi que le coût du capital. Autrement dit, il s'agit de la somme des flux actualisés après impôts et après coût du capital pour une affaire nouvelle.

La NBV diffère donc de la VIF sur 2 points majeurs : la VIF est brute d'impôts et ne tient pas compte du Strain initial, alors que la NBV est nette d'impôts et est calculée sur l'ensemble des cash-flows du produit (id est, le Strain initial est inclus).

Ensuite, les 2 autres différences résident dans la prise en compte du coût des options et garanties, et du coût du capital immobilisé.

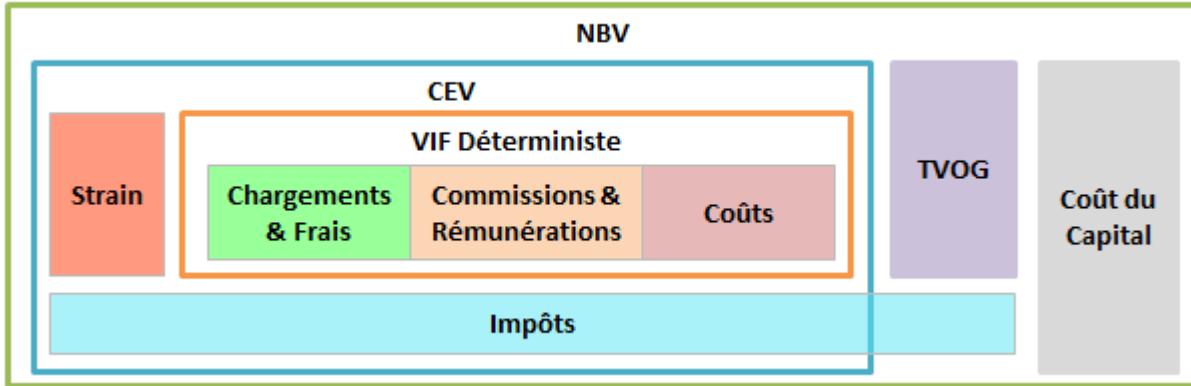
On appellera CEV= Certainty Equivalent Value = Valeur équivalente certaine, la valeur de la NBV hors coûts du capital et de la TVOG. Autrement dit, il s'agit de la valeur actualisée nette d'impôts de l'ensemble des résultats financiers du produit.

$$CEV = Strain * (1 - Taux Imposition_{Strain}) + VIF_{d\u00e9terministe} * (1 - Taux Imposition_{VIF})$$

$$NBV = Strain * (1 - Taux Imposition_{Strain}) + (VIF_{d\u00e9terministe} + TVOG) * (1 - Taux Imposition_{VIF}) + Co\u00eet du Capital$$

*Concernant la NBV, l'impact du co\u00eet du capital sera souvent d'ordre 2, car comme indiqu\u00e9 dans les formules du capital immobilis\u00e9 en partie I-C-4-e, le co\u00eet va \u00eatre driv\u00e9 par l'imposition des produits financiers g\u00e9n\u00e9r\u00e9s par le capital immobilis\u00e9.*

Figure 17 : Décomposition des indicateurs basés sur les résultats statutaires



**Commentaires :** Les indicateurs présentés au cours de cette partie ont une structure imbriquée. Seront majoritairement utilisées dans les études de rentabilité, les valeurs de la VIF et de la NBV.

#### e. NBV Marginale

Ces premiers chiffres de rentabilité servent à évaluer le gain (ou la perte) numéraire réalisé(e) sur un produit. Cela est particulièrement utile lors de la réalisation de Business Case pour le lancement d'un produit ou lors de l'agrégation des résultats de différents model points.

En revanche, pour comparer différents produits entre eux avec des primes distinctes, utiliser la VIF ou la NBV n'est pas pratique, car le référentiel n'est pas le même.

Par souci de comparaison avec la prime initiale, pour normaliser les résultats de la NBV, un indicateur complémentaire a été développé : la NBV Margin ; il s'agit de comparer la NBV avec l'APE.

L'APE = Prime annuelle équivalente = « Annualized Equivalent Premium » suppose que la duration moyenne d'un contrat s'élève à 10 ans, et est équivalente à une année de prime.

$$APE = \frac{VI + VL10}{10}$$

où  $\begin{cases} VI = Versement initial = Prime \\ VL10 = Somme des Versements libres effectués sur le contrat pendant 10 ans \end{cases}$

Autrement dit, l'APE représente la moyenne annuelle des versements des 10 premières années.

On en déduit donc l'indicateur « NBV Margin », défini par la formule suivante :

$$NBV\ Margin = \frac{NBV}{APE}$$

Cet indicateur est très apprécié des équipes managériales, car il a un sens business direct : il indique directement le profit de l'assureur pour chaque euro commercialisé.

### Exemple simplifié :

Les hypothèses de modélisation sont les suivantes.

Produit	100% fonds €
Taux brut	3% chaque année
Clause PB	90%
Frais de Gestion	0.80%
Coûts Assureur	2% l'année 0 – 0.40% ensuite
Commissions & Rémunérations	0.80% l'année 0 – 0.20% ensuite
Taux d'actualisation	1.5%
Taux Rachat + Décès	9%
Prime initiale	10 000 €
Versement annuel	1 000 € * Tx de contrat en stock
Taux d'imposition constant	34.43%
Capital Immobilisé (version Solvabilité 1)	4% de la PM €

### Résultats :

$$VIF = 1091 €$$

$$CEV = 532 €$$

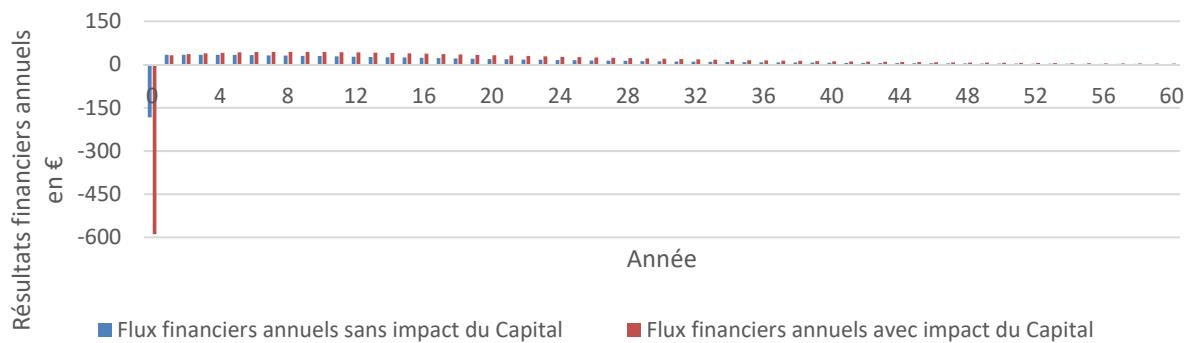
$$NBV = 492 €$$

(L'écart avec la CEV vient du coût du capital immobilisé – la TVOG est supposée nulle ici)

$$APE = 1617 € = \frac{10000€ + \sum_{i=1}^{10} 1000 * (1 - 9\%)^i}{10}$$

$$D'où : NBV_{Margin} = 30.4\%$$

Figure 18 - Evolution de la chronique de résultats statutaires



**Commentaires :** Pour chaque € investi par le client, l'assureur réalise donc, sur l'ensemble de la durée de vie du contrat, 0.304 € de bénéfices nets.

### Scénario financier à utiliser :

Le scénario Risque Neutre est utilisé pour estimer la NBV, le SCR et les indicateurs de marge ; il est préférable de défendre une vision proche des théories financières d'absence d'opportunités d'arbitrage, d'autant que la modélisation conduit ensuite au calcul des besoins en capitaux. Ainsi, l'ensemble de la méthodologie se repose sur des fondamentaux théoriques importants et facilement défendables devant les autorités de contrôle.

## 2. Estimation des chocs et du capital immobilisé

La VIF va être au cœur des problématiques à venir sur l'exposition de l'assureur aux chocs techniques et financiers. En étudiant sa variation pour l'ensemble des risques modélisés, puis en agrégeant ces résultats pour en déduire un risque global, l'assureur pourra estimer son besoin en capital à immobiliser.

### a. Chocs étudiés

Les valeurs exactes des chocs du modèle interne d'AXA ne pourront être communiquées dans la suite du mémoire, par raison de confidentialité du modèle interne. A titre informatif, les valeurs de la formule standard seront indiquées. Les valeurs propres au modèle interne correspondent à la vision interne AXA du choc 99,5% de chaque risque.

Une fois la VIF centrale Risque Neutre estimée en vision déterministe et en vision stochastique, il faut estimer – comme indiqué dans le schéma des risques Solvabilité 2, cf. schéma n°14 en II-A-2-b – la VIF pour l'ensemble des scénarios choqués.

Les chocs modélisés peuvent être soit financiers soit techniques. Les chocs sont les suivants :

#### Chocs financiers :

-Action : Baisse soudaine en année 1 de X% de la valeur du portefeuille d'actions = « krach boursier » – en formule standard, ce choc est de -39%. La volatilité des rendements des actions peut également être choquée.

-FX = Devise : Baisse soudaine en année 1 de X% de la valeur de la monnaie étrangère par rapport à la monnaie nationale – en formule standard, ce choc est de -25%.

-Taux : Les chocs de taux à la hausse et à la baisse sont modélisés. La volatilité des taux pourra également être choquée. En formule standard, les chocs sont les suivants :

**Tableau 9 : Choc de Taux en formule standard**

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	90
<b>Hausse</b>	70%	70%	64%	59%	55%	52%	49%	47%	44%	42%	39%	37%	35%	34%	33%	31%	30%	29%	27%	26%	20%
<b>Diminution</b>	75%	65%	56%	50%	46%	42%	39%	36%	33%	31%	30%	29%	28%	28%	27%	28%	28%	29%	29%	29%	20%

**Commentaires :** En tout état de cause, l'augmentation des taux d'intérêt sans risque de base à n'importe quelle échéance est d'au moins un point de pourcentage. Pour les taux d'intérêt sans risque de base négatifs, la diminution est nulle. Entre les années 20 et 90, la chronique est interpolée linéairement.

Les chocs « inflation à la hausse » et « baisse soudaine de l'immobilier » sont également modélisés.

Grâce à l'utilisation de scénarios stochastiques, il est également possible d'utiliser des scénarios stochastiques où le paramètre choqué est la volatilité. Ce sera le cas pour les 2 chocs complémentaires de volatilité sur les taux et les actions.

#### Chocs techniques :

Sous la définition « choc technique », sont inclus tous les chocs qui concernent le comportement client et la structure de coûts de l'assureur. Il s'agit de chocs indépendants des marchés financiers.

- Rachat Massif : Hausse additionnelle massive de 40% du rachat total en année 1
- Rachat à la Hausse : Hausse multiplicative de 50% du rachat total chaque année
- Rachat à la Baisse : Baisse multiplicative de 50% du rachat total chaque année
- Longévité : Baisse multiplicative de la mortalité chaque année de 20%
- Mortalité : Hausse multiplicative de la mortalité chaque année de 15%
- Coût : Hausse de 10% des coûts de l'assureur, à appliquer chaque année
- Catastrophe : Hausse soudaine additive en année 1 du taux de mortalité de 0.15%

### **Pourquoi modéliser des chocs opposés (hausse et baisse des taux, des rachats, des décès,...) ?**

*Ces « doublons » sont nécessaires car le choc à risque (c'est-à-dire, celui qui génère la perte de VIF la plus importante) dépend du produit : s'agit-il d'un produit d'épargne ou de rente ? la marge financière est-elle positive ou négative ? ... De plus, les performances financières, en particulier celles simulées par l'outil ALM pour le fonds €, peuvent évoluer différemment et impacter plus ou moins fortement la VIF.*

Pour chacun de ces chocs, des scénarios financiers spécifiques sont disponibles. Les chocs influent sur la réaction future du marché, qui corrigera probablement la déviation initiale.

En plus des chocs cités ci-dessus, il existe deux autres SCR qui sont calculés au prorata de l'encours et des coûts : le SCR Opérationnel et le SCR Crédit.

#### **Le SCR Crédit (aussi appelé SCR de défaut) :**

Il modélise le risque de contrepartie des émetteurs d'obligation et des réassureurs. Pour éviter une analyse du portefeuille actif par actif impossible à réaliser rapidement, surtout à la maille d'un contrat unique ou d'un model point, une approche simplifiée est employée : elle consiste à proratiser le SCR Crédit en fonction la PM € et de la PM UC, le taux global étant calculé à la maille de l'entreprise, par les gestionnaires d'actifs.

#### **Le SCR Opérationnel :**

Il vise à tenir compte des risques liés à l'assureur en lui-même et des dysfonctionnements pouvant être sa faute : erreur de gestion, conditions générales mal rédigées, amendes du régulateur, ...

Ce risque est difficilement estimable produit par produit, et représente plutôt un risque à l'échelle de l'entreprise de dérives des coûts. De fait, un ratio est calculé à la maille globale de l'assureur.

Le SCR opérationnel étant estimé sur les coûts générés par le produit, et les coûts étant modélisés avec une part fixe et une part variable au prorata de la PM, se baser sur un indicateur dérivant des provisions mathématiques ne sera pas possible.

De fait, pour le SCR opérationnel, le « périmètre de calcul » dépendra des coûts du produit.

#### **Calcul du SCR :**

Pour estimer le SCR du choc, autrement dit l'exposition au risque, on calcule la différence entre la VIF du scénario choqué et la VIF du scénario central :

$$SCR_{t=i} = VIF \text{ choquée}_{t=i} - VIF \text{ Base Case}_{t=i}$$

**Figure 19 : Evolution de la VIF en cas de Choc**



**Commentaires :** Dans la majorité des cas, le SCR sera donc négatif, ce qui signifie que le choc financier ou technique diminue les résultats financiers du produit.

Néanmoins, pour certains scénarios, il peut être positif : par exemple, le choc longévité si le produit d'épargne est rentable et l'environnement économique propice, ou le choc de rachat à la hausse si le produit est margé négativement.

Par prudence, le SCR utilisé dans la suite des calculs ne pourra pas être positif et sera donc capé à 0.

➔ Cela permet d'éviter une diversification trop forte et donc de rester prudent dans les hypothèses de modélisation.

#### **Imposition du SCR :**

Tandis que les ajustements d'impôts sur la VIF et la RM sont appliqués comme un pourcentage des montants avant ajustements (-> *Taux d'imposition à 34.43% dans ce mémoire*), l'ajustement du SCR par les impôts est déterminé en montant et non en fonction d'un taux. Il dépend de la VIF et de la RM.

$$SCR_{postImpôts} = SCR_{brut} - \max(0; \min(x\% VIF - y\% RM; z\% SCR_{brut}))$$

Où x, y et z sont des taux d'impôts spécifiques ; dans la suite du mémoire, on prendra 34.43% comme taux d'imposition.

Cet ajustement diminue la réduction d'impôt du SCR en la capant si besoin, aux impôts payés sur la valeur du portefeuille (=VIF) diminuée de la marge pour risque.

#### **b. Agrégation des SCR**

Une fois que les SCR de chaque choc sont calculés, ils vont servir à estimer le SCR Marché et le SCR Vie (aussi appelé SCR Technique) du produit, puis le SCR Global (*cf. schéma d'empilement des SCR – figure 14*).

##### **Agrégation des SCR**

Pour agréger les SCR, une matrice de corrélation est utilisée. Cette matrice permet d'identifier les corrélations entre chaque risque et apporte donc de la diversification entre les différents SCR. En effet, tous les événements ont une probabilité faible d'intervenir tous en même temps (dans ce cas il faudrait sommer sans diversification tous les SCR), mais certains ont une probabilité élevée d'intervenir en même temps que d'autres. Pour tenir compte de ces « coïncidences » temporelles, des matrices de corrélation ont été développées.

La matrice de corrélation est une forme quadratique symétrique.

Si M est cette matrice de corrélation et S le vecteur des SCR des sous-parties, alors le SCR agrégé s'écrit :

$$SCR_{agrégé} = \sqrt{S' * M * S}$$

Ci-après, les matrices d'agrégation pour la formule standard :

*(Par raison de confidentialité, les matrices de corrélation du modèle interne d'AXA ne pourront être présentées)*

**Tableau 10** - Matrice d'agrégation des chocs financiers – Formule Standard (Source : Solvabilité 2)

	Taux d'intérêt	Actions	Actifs Immobiliers	Spread	Concentration	Devise
Taux d'intérêt	1	A	A	A	0	0,25
Actions	A	1	0,75	0,75	0	0,25
Actifs Immobiliers	A	0,75	1	0,5	0	0,25
Spread	A	0,75	0,5	1	0	0,25
Concentration	0	0	0	0	1	0
Devise	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

**Légende** : Selon les exigences de capital pour le risque de taux d'intérêt fixée à l'article 165 du règlement délégué du 10 octobre 2014, le paramètre A vaut 0, sinon 0,5.

Le risque de concentration n'est pas modélisé dans ce mémoire.

**Tableau 11** - Matrice d'agrégation des chocs techniques – Formule Standard (Source : Solvabilité 2)

	Mortalité	Longévité	Invalidité	Dépenses en vie	Révision	Cessation	Catastrophe en vie
Mortalité	1	-0.25	0.25	0.25	0	0	0.25
Longévité	-0.25	1	0	0.25	0.25	0.25	0
Invalidité	0.25	0	1	0.5	0	0	0.25
Dépenses en Vie	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25
Révision	0	0.25	0	0.5	1	0	0
Cessation	0	0.25	0	0.5	0	1	0.25
Catastrophe en vie	0.25	0	0.25	0.25	0	0.25	1

**Légende** : Le risque de Cessation correspond au choc de rachat le plus impactant entre les 3 chocs de rachat : rachat massif, rachat à la hausse, rachat à la baisse.

Le risque Invalidité n'est pas modélisé dans ce mémoire.

**Tableau 12** - Matrice d'agrégation globale - Formule Standard (Source : Solvabilité 2)

	Marché	Crédit	Vie
Marché	1	0,5	0,25
Crédit	0,5	1	0,25
Vie	0,25	0,25	1

**Légende** : En formule standard, le SCR opérationnel se calcule sur la base du SCR global agrégé, d'où son absence dans la matrice ci-dessus. Pour plus d'informations sur le calcul standard du SCR opérationnel, merci de se référer à la Section 8 – Article 204 du règlement délégué.

Dans le modèle interne d'AXA, le risque opérationnel est calculé, comme indiqué en partie II-B-2-a, au prorata des coûts généraux ; puis intervient comme les SCR Marché, Crédit et Vie, dans la matrice de corrélation pour l'agrégation globale.

### c. Calcul du Capital Immobilisé

Maintenant que le SCR Global a été calculé, on peut en déduire le besoin en capital en fonction du ratio de solvabilité souhaité.

Comme indiqué dans la partie II-A-2-d, normalement, le capital immobilisé théorique s'obtient via la formule suivante (*la VIF est ici nette d'impôts, tout comme la RM et le SCR*) :

$$\text{Capital Immobilisé} = \text{SCR} - (\text{VIF} - \text{RM})$$

Néanmoins, par mesure de prudence et afin de viser des niveaux de ratio de solvabilité élevés et stables, la formule du capital immobilisé a été améliorée :

$$\text{Capital Immobilisé} = \max(\text{floor} * \text{SCR} ; \text{Ratio de Couverture} * \text{SCR} - (\text{VIF} - \text{RM}))$$

Le « floor » (=niveau minimum) et le ratio de couverture sont des ratios, qui vont permettre de surestimer le besoin en capital.

Les niveaux de floor et de Ratio de Couverture sont décidés par l'assureur, en fonction de ses engagements vis-à-vis des actionnaires, de ses cibles de ratio de solvabilité et de sa stratégie de business. Le niveau du « Ratio de Couverture » sera fonction des ajustements pour diversification et du ratio cible de solvabilité.

Le floor va permettre d'assurer un minimum de capital immobilisé et sera donc supérieur ou égal à 0 (**nota bene** : avec un floor à 0%, le capital immobilisé pourrait être nul avec des produits très bien margés, id est, avec une VIF élevée ; la valeur du portefeuille serait telle qu'aucune immobilisation complémentaire ne serait nécessaire).

Le floor peut donc être mis à zéro car dans la réglementation actuelle, rien n'oblige à couvrir le montant de SCR par du capital dur. En d'autres termes, certaines lignes d'activité d'assurance n'ont besoin d'aucun apport de capital de la part de l'actionnaire.

Néanmoins, une immobilisation nulle étant potentiellement dangereuse ou a minima difficilement acceptable par les régulateurs, les assureurs prennent un floor généralement compris entre 5% et 20%.

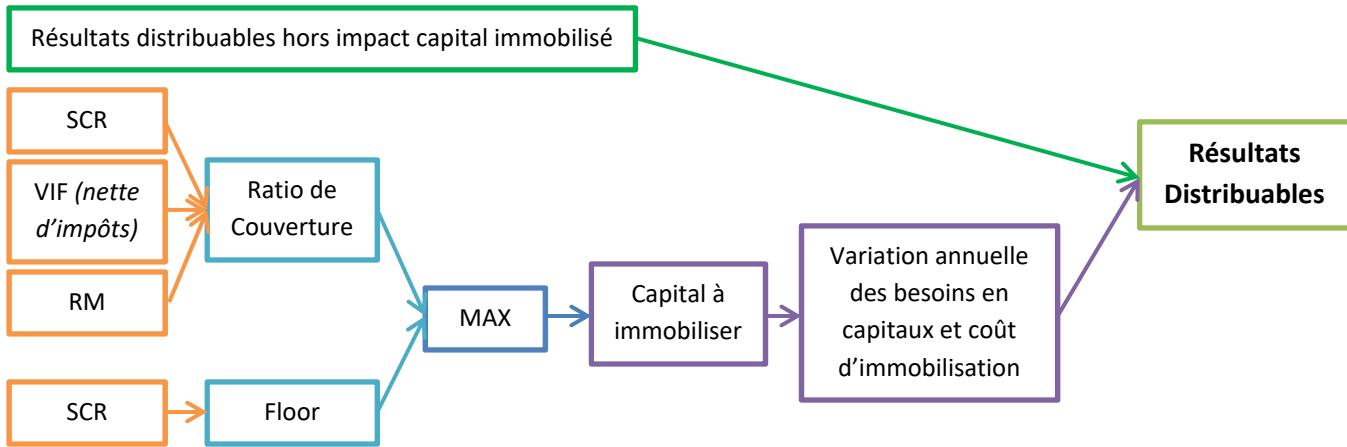
Le ratio de couverture permet d'upscale le SCR ; usuellement, il sera supérieur à 100%. Si l'assureur souhaite un ratio cible de solvabilité de 200% et qu'il suppose un bénéfice de diversification à hauteur de 20% (autrement dit, un ajustement pour diversification), il se fixera alors un Ratio de Couverture à  $200\% * (1-20\%) = 160\%$ .

#### **Pourquoi viser un ratio de solvabilité élevé ?**

*Dépasser largement le seuil extrémal de 100% permet certes de diminuer le risque d'insolvabilité de l'assureur. Cependant les ratios de solvabilité visés par les assureurs du marché tournent souvent autour de 200%, bien au-dessus du minimum.*

*Plus cette cible sera élevée, plus le rating de l'assureur sera bon, meilleure sera la confiance des actionnaires et de fait, en outre, plus faibles seront les coûts d'emprunt sur les marchés. Cela compensera donc une partie de la perte financière due à l'immobilisation du capital.*

Figure 20 : Synthèse des composantes de la chronique finale de flux financiers



**Commentaires :** Les résultats distribuables hors impact du capital immobilisé sont ceux obtenus à la fin du chapitre 1. La modélisation des risques Solvabilité 2 se matérialise par l'ensemble de la partie inférieure du graphe.

Une fois les besoins en immobilisation de capital définis via une projection adéquate des capitaux nécessaires, l'assureur connaît la chronique complète de ses résultats distribuables, et a donc l'ensemble des métriques nécessaires pour finir de juger la rentabilité des produits qu'il commercialise.

### 3. Indicateurs « améliorés »

Afin de pouvoir comparer les performances des produits avec celles des marchés financiers et les exigences capitalistiques, d'autres indicateurs ont été développés, en complément de ceux vus en partie II-B-1.

#### a. Ratio de Capital-Light

L'origine du ratio Capital Light est basée sur les métriques des formules de calcul du capital. L'idée est de comparer, modulo quelques paramètres, la NBV avec l'exposition au risque global du produit (c'est-à-dire, le SCR global du produit).

Le capital à immobiliser se calcule via la formule suivante (*ici, la VIF et la RM sont nettes d'impôts*) :  

$$\text{Capital Immobilisé} = \max (\text{Floor} * \text{SCR} ; \text{Ratio de Couverture} * \text{SCR} - \text{VIF} + \text{RM})$$

La formule du ratio de capital light est donc :

$$\frac{\text{NBV} - \text{RM}}{\text{SCR}}$$

*La NBV est diminuée de la marge pour risque, car il s'agit d'une immobilisation qui ne sera libérée qu'à la fin du contrat.*

L'objectif pour ce ratio est d'avoir une valeur supérieure à un indicateur limite nommé « CAP », se rapprochant peu ou prou du ratio de couverture cible. De cette manière, les impacts « Strain + TVOG + CoC » (« CoC » = *Cost of Capital* = *Coût du capital*) étant presque toujours négatifs, la NBV est presque toujours inférieure à la VIF (car  $NBV = VIF_{\text{nette d'impôts}} + \text{Strain} + \text{VOG} + \text{CoC}$ ).

De fait :

$$\text{Si } NBV < VIF \text{ & } \frac{NBV - RM}{SCR} > \text{Ratio de Couverture}$$

$$\text{Alors } \frac{VIF - RM}{SCR} > \text{Ratio de Couverture}$$

$$\text{D'où } \text{Ratio de Couverture} * SCR - VIF + RM < 0$$

Donc → **Le capital à immobiliser sera uniquement fonction du floor et du SCR.**

En supposant un floor à 0%, si le ratio Capital Light est bien supérieur au Ratio de Couverture, alors le besoin en capital à immobiliser sera nul (ou « light » en anglais – d'où le nom du ratio).

L'indicateur Capital Light est calculé en vision Risque Neutre, car ses sous-jacents sont tous générés via cette vision.

### b. IRR

L'IRR = Internal Rate of Return = TRI = Taux de Rendement Interne, est l'équivalent du taux actuel pour une obligation. Il s'agit de trouver le taux «  $r$  » qui annule la somme actualisée au taux «  $r$  » des cash-flows du produit.

#### Taux actuel :

Soit  $\text{Prix}_{ZC}(n)$  le prix actuel d'une obligation zéro coupon de maturité  $n$ . Le taux actuel d'une obligation permet d'obtenir une Valeur Actuelle Nette de l'obligation égale à son prix.

$$\text{Prix}_{ZC}(n) = \frac{\text{Nominal}}{(1 + \text{taux actuel})^n} \text{ à } t = 0$$

En présence de coupons détachables annuellement, le raisonnement est similaire :

$$\text{Prix}_{ZC}(n) = \sum_{i=1}^N \frac{\text{Coupon}_i}{(1 + \text{taux actuel})^i} + \frac{\text{Nominal}}{(1 + \text{taux actuel})^n} \text{ à } t = 0$$

L'IRR est le taux de rendement tel que :

$$0 = \text{Strain}_{net} + \sum_{i=1}^{60} \frac{\text{Flux Financiers}_i \text{ nets d'impôts } y \text{c Coût du capital}_i}{(1 + IRR)^i}$$

L'IRR est calculé avec le scénario financier Management Case.

L'investissement initial, c'est-à-dire le Strain, correspond essentiellement aux coûts et commissions d'acquisition, ainsi qu'aux besoins en capitaux à immobiliser.

*Pour des raisons de cohérence économique, l'IRR sera calculé sur la chronique de cash-flow en incluant les besoins en capitaux à immobiliser et les coûts adjacents.*

*NB : alors que pour la NBV, l'impact du capital immobilisé est assez faible, surtout en ces temps de taux bas, pour l'IRR, l'impact peut être bien plus élevé. En effet, la courbe d'évolution des besoins en capitaux a une forme assez similaire à celle des cash-flows. En les superposant, elle va donc accentuer la déformation de la courbe, et va impacter plus ou moins fortement la valeur finale de l'IRR.*

**Exemple :**

*Si on reprend l'exemple de la NBV Margin – figure 18 : la chronique de résultats sans capital immobilisé a un IRR de 16,6%, tandis qu'avec l'impact du capital immobilisé, l'IRR diminue à 5,2%. Le gap est donc conséquent, alors que le coût du capital sur la NBV n'est que de 40,2€ (CEV = 531,7€ - NBV = 491,5€ - Pas de TVOG).*

➔ Calculer l'IRR revient à résoudre une équation polynomiale, de degré maximal la durée de projection :

$$0 = \text{Strain}_{net} * (1 + IRR)^{60} + \sum_{i=1}^{60} \text{Flux Financiers}_i \text{ nets d'impôts} / \text{coût du capital}_i * (1 + IRR)^{60-i}$$

Normalement, en dehors du cash-flow de premier année (=le Strain) négatif, les cash-flows futurs sont espérés être positifs, car le produit est supposé avoir une marge positive (d'autant que la récupération de capital immobilisé année après année, joue à la hausse sur les résultats annuels). De fait, si la somme non-actualisée est positive, il existe une unique solution réelle positive.

*D'autres situations sont possibles : Si la somme non-actualisée est négative, alors l'IRR sera négatif. Si le strain initial est positif, alors l'IRR sera infini (car il faut actualiser tous les flux financiers à 0 pour obtenir une somme nulle).*

L'IRR correspond donc au taux de rendement du produit.

**Scénario financier à utiliser :**

A l'inverse de la NBV, le scénario Management Case est employé pour l'IRR.

L'IRR est avant tout un indicateur interne aux firmes, pour aider à la décision dans les orientations Business. L'IRR du produit jouera un rôle important pour décider des lancements de produits, pour les suivis de rentabilité des affaires nouvelles, ... De fait, les orientations stratégiques sont prises en se positionnant selon le scénario économique le plus probable : le scénario Management Case.

Néanmoins, les résultats obtenus avec le scénario en Management Case s'appuieront sur les besoins en capitaux estimés avec le scénario Risque Neutre. Le capital à immobiliser est calculé en scénario Risque Neutre, car ce scénario et ses dérivés stochastiques se basent sur des hypothèses mathématiques d'absence d'opportunité d'arbitrage.

Ainsi, dans la formule de calcul de l'IRR, bien que la TVOG n'apparaisse pas au premier abord car le scénario Management Case est un scénario déterministe, elle intervient indirectement via les besoins en capitaux. En effet, comme vu en partie II-B-2-c, la formule du capital immobilisé tient compte d'une VIF stochastique.

**Nb :** *L'indicateur IRR ne fait sens que pour une affaire nouvelle. En effet c'est le décalage entre le coût d'investissement initial (=le Strain + Capital à immobiliser) et les revenus positifs futurs qui conduit au calcul du taux de rendement du produit.*

*Calculer un IRR sur un produit en stock n'aurait pas de sens, car il n'y aurait pas les flux négatifs des*

premières années et le produit générerait déjà des marges annuelles positives. Autrement, on calculerait un IRR uniquement sur des flux financiers positifs (si le produit est correctement margé) ; la seule solution au polynôme serait « +Infini ».

L'analyse de la rentabilité des affaires nouvelles est justement l'objectif de ce mémoire et du macro-modèle associé. Néanmoins, le modèle a été adapté pour pouvoir calculer la rentabilité du Stock. Dans ce cas, l'indicateur au cœur des process de décision sera essentiellement la NBV Margin, pour estimer le gain marginal sur le produit.

### c. Durée de Retour sur Investissement

Parallèlement à l'IRR, il existe également un indicateur annexe, la Payback-Period = période de retour sur investissement. Il s'agit de la durée pour avoir un retour sur investissement positif. Autrement dit, on cherche au bout de combien de temps, avec ou sans facteur d'actualisation selon les process en place, la somme des flux financiers devient positive.

$$\text{Payback} = \min_i (\sum_{j=1}^i \text{Flux Financiers}_j \text{ nets d'impôts } y \text{c coût du capital}_j)$$

Le scénario utilisé pour mesurer la période de payback sera le Management Cas.

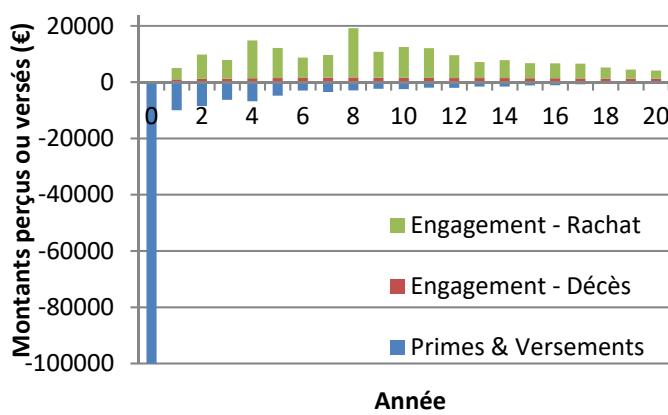
## 4. Indicateur Client

Pour estimer la rentabilité du produit pour le client, il suffit de changer l'angle d'observation et d'analyser les échanges financiers entre le client et l'assureur, et de fonctionner par analogie avec les analyses de l'assureur.

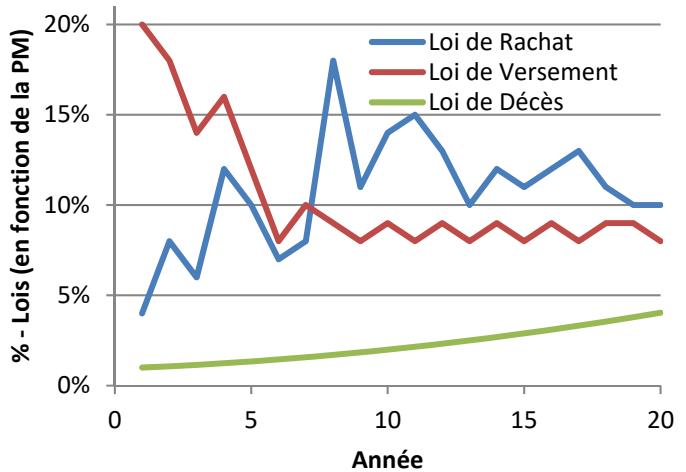
Lorsque le client investit son épargne sur un produit d'assurance-vie, cela lui coûte le montant de l'épargne. Cela correspond à son « strain ». Ensuite, les « cash-flows » positifs vont correspondre aux différents retraits d'argent qui auront lieu : lors des décès ou des rachats partiels ou totaux. En cas de versements complémentaires de la part de l'assuré, cela diminuera légèrement le cash-flow moyen positif.

On pourra donc réutiliser les mêmes types d'indicateurs de « rentabilité », comme l'IRR ou la NBV.

**Figure 21.a : Echanges entre Client et Assureur**



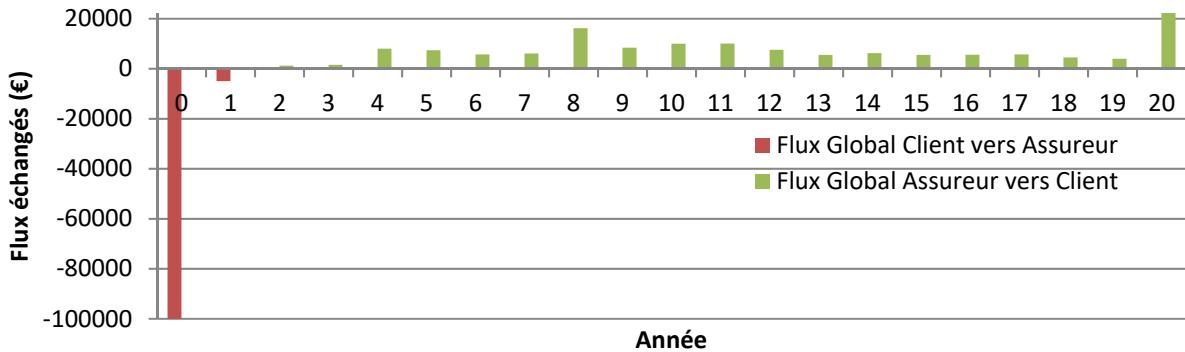
**Figure 21.b : Illustration des lois de modélisation**



**Commentaires :** Le graphe de gauche illustre les différentes composantes des échanges financiers entre le client et l'assureur. D'un côté, il y a les flux « Client vers Assureur » que sont les versements & primes. D'un autre côté, il y a les flux « Assureur vers Client » que sont les engagements versés suite aux décès et demandes de rachats.

Le graphe de droite présente les lois sous-jacentes de la modélisation des comportements de rachat, décès et versements. Les valeurs indiquées sont factices, pour des raisons de confidentialité, mais l'allure des courbes restent cohérentes avec la dynamique réellement observée.

**Figure 22 : Analyse de rentabilité du produit - Vision Client**



**Commentaires :** Les barres en rouge représentent un flux négatif pour le client, c'est-à-dire que le client verse plus d'argent à l'assureur qu'il n'en reçoit. Celles en vert représentent un flux positif pour le client. Chaque barre peut être décomposée comme : un montant négatif correspondant aux versements, des montants positifs liés aux décès et aux rachats (ces montants sont, qui plus est, revalorisés des performances financières).

Les flux positifs se situent essentiellement les premières années, car entre la prime initiale et les versements complémentaires importants les premières années, les montants liés aux rachats et aux décès ne sont pas suffisants pour inverser les échanges financiers. En revanche, les années passant, les versements se font plus rares, mais les rachats et les décès s'intensifient. Hors effet d'actualisation, si on somme l'ensemble des flux positifs et négatifs, on identifie la performance financière nette.

Dans l'exemple ci-dessus, l'IRR du client sera de 2%, autrement dit, le placement rapporte 2% annuellement au client.

## C. Projection du SCR

*Cette partie vise à présenter dans quel cadre sont modélisés les besoins en capitaux des produits d'assurance-vie au sein de la maquette d'analyse de rentabilité. Dans un premier temps, sera introduite la notion d'estimateur (plus communément appelée « driver »). Dans un second temps, la projection des résultats financiers dans le futur sera abordée, suivie d'un dernier alinéa sur la modélisation stochastique.*

### 1. *Le Driver*

La majorité des calculs du modèle de rentabilité ne nécessite que les scénarios financiers depuis la date  $t=0$ . En effet, le cœur du sujet, le SCR, est calculé en  $t=0$  par des calculs de différences de VIF, et est ensuite projeté sur les années suivantes, via les drivers qui sont estimés dans la partie 3. Cela évite d'avoir à recalculer le SCR à chaque date  $t$ .

Voici comment les drivers vont permettre d'estimer le SCR à la date  $t=i$  :

$$SCR_{t=i} = \frac{Driver_{t=i}}{Driver_{t=i-1}} * SCR_{t=i-1} = \frac{Driver_{t=i}}{Driver_{t=0}} * SCR_{t=0}$$

Pour réaliser l'étude des drivers, il est nécessaire de projeter les performances futures Risque Neutre pour l'ensemble des scénarios (*la projection des performances Risque Neutre est nécessaire car le calcul de la VIF, à toute date, doit avoir lieu en vision Risque Neutre*).

Le  $SCR_{t=i}$  correspond au delta de VIF, lorsque le choc étudié a eu lieu en date  $t=i$ . L'essentiel des travaux de projection se concentrent sur la calibration du scénario Risque Neutre, en situation Base Case.

### 2. *Calibration des performances futures*

Concernant les scénarios financiers des différents chocs techniques ou de marché, pour les performances des Unités de Compte, l'évolution sera similaire à celle de la formule standard ; autrement dit, pour les chocs de marché, seul un choc à la date  $t=i$  sera modélisé – ensuite, les performances resteront celles du scénario Base Case (modulo les éventuels ajustements de la formule standard comme pour le choc de taux). Ainsi, dans la majorité des cas, la modélisation d'un choc financier à la date  $t=i$  se répercute via une diminution/hausse de la valeur de l'actif à  $t=i$ .

De manière similaire, pour les chocs techniques, la performance des marchés restera identique au scénario Base Case. Seules les lois de comportement client seront modifiées. Cette hypothèse d'absence d'impact financier en cas de choc technique est acceptable, en supposant que le marché financier est complet et indépendant des chocs techniques d'un seul assureur.

C'est pourquoi, la bonne estimation de la nouvelle courbe risque neutre en vision Base Case est centrale dans la problématique de ce mémoire.

La projection des performances du scénario base Case en date  $t=i$  détaillée ci-après ne s'applique qu'aux performances des actifs financiers, c'est-à-dire, des sous-jacents financiers des unités de compte. Pour le fonds €, les performances ne pourront pas être adaptées aussi facilement, à cause de la richesse du

fonds qui court-circuite l'hypothèse centrale dans la projection des performances : l'absence d'opportunités d'arbitrage. (*Quant à la modélisation des performances financières du fonds €, des hypothèses complémentaires seront citées dans le paragraphe III-B*).

La calibration se fait en deux temps :

-Tout d'abord, entre les dates  $t=0$  et  $t=i$ , le modèle suppose une évolution selon les performances du scénario Management Case. Ce scénario a été choisi, car il fait l'hypothèse qu'on évolue selon les performances économiques espérées. On se détache donc momentanément de la vision Risque Neutre. Le scénario Management Case est en effet le scénario financier le plus probable vu d'aujourd'hui.

-Ensuite, à partir de la date  $t=i$ , l'ensemble des scénarios financiers est recalibré en vision Risque Neutre, en fonction de la courbe de taux actualisée du Management Case en date  $t=i$ . La recalibration est nécessaire pour conserver l'hypothèse essentielle dans le calcul du SCR de la vision Risque Neutre : l'absence d'opportunités d'arbitrage. De plus, il faut rester homogène avec la VIF calculée dans le scénario choqué.

La deuxième étape sera ici étudiée uniquement en vision déterministe, la vision stochastique nécessitant un générateur de scénarios non-développé dans le modèle.

De plus, il serait certes possible de recalibrer les milliers de scénarios financiers (pour générer les équivalents à ceux de la date  $t=0$ , mais en date  $t=i$ ), afin de calculer une VIF stochastique en  $t=i$  et non juste une VIF déterministe. En revanche d'un point de vue temps de calcul et facilité de modélisation, cela devient beaucoup plus complexe, car il faut régénérer une multitude de scénarios stochastiques. Cela étant trop coûteux en temps et puissance de calcul (et potentiellement trop sensible aux hypothèses d'aléas du stochastique), une approche déterministe Risque Neutre est préférée.

*Nous avons décidé de conserver l'approche déterministe dans le déterministe, afin d'avoir une première catégorie de drivers déjà fiables sur les scénarios déterministes. De fait, pour passer du déterministe au stochastique, cela revient à supposer dans le modèle développé, que l'impact stochastique de la TVOG reste constant. Cette hypothèse permet de projeter automatiquement et rapidement la TVOG à chaque pas de temps. Cela limite les calculs à  $T$  opérations par scénarios financiers, où  $T$  est la durée de projection.*

Via le procédé présenté ci-après, l'objectif est de recalibrer la courbe des taux risque neutre, en fonction des valeurs de marchés Management Case à la date  $t=i$  (nb : la valeur de marché à  $t=i$  est une hypothèse faite à  $t=0$ ).

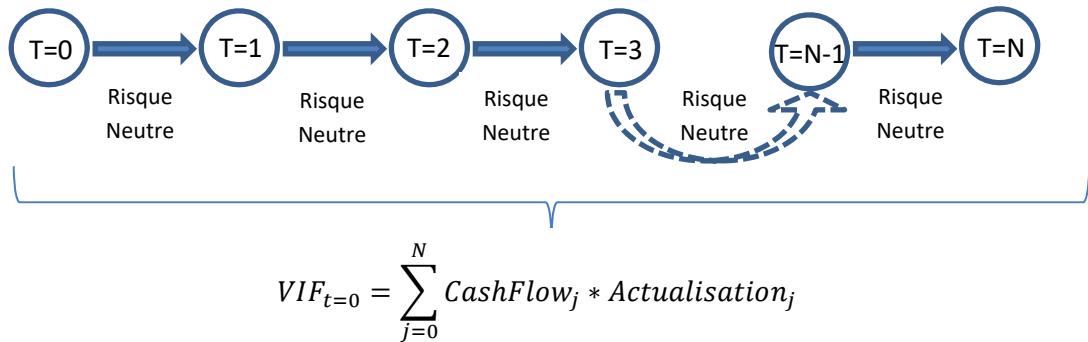
#### *a. Vision Déterministe versus Vision Stochastique*

Une méthode alternative basée sur les scénarios stochastiques aurait pu être utilisée. Il s'agit du principe du stochastique dans le stochastique (ou « Simulations dans les Simulations » - souvent mentionné sous sa forme abrégée « SDS »). L'idée est de générer à chaque pas de temps  $t$ , les 4000 scénarios stochastiques dépendant de l'évolution entre les dates 0 et  $t$ . Autrement dit, pour une projection sur  $T$  années, cela revient à effectuer  $T*4000$  simulations pour chaque scénario financier. Le process stochastique pourrait être poussé encore plus loin, en proposant une vision stochastique de l'évolution entre les dates 0 et  $t$ . Cela reviendrait à faire  $4000^T$  simulations.

A l'inverse de la vision déterministe où un unique chemin est supposé être suivi après la date  $t=i$  une fois le scénario choisi, pour le principe du « Stochastique dans le Stochastique », pour chaque pas de temps après  $t=i$ , un nouveau choix est possible entre 4000 nouveaux scénarios/sous-chemins.

#### Evaluation de la VIF déterministe en $t=0$ :

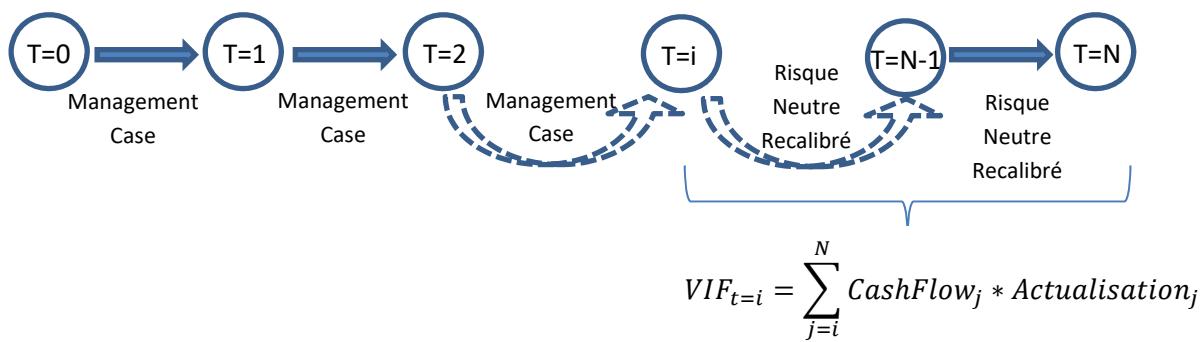
Figure 23 : Modélisation de la VIF déterministe en  $t=0$



**Commentaires :** La VIF à  $t=0$  est calculée en vision Risque Neutre, en utilisant les scénarios adéquats fournis par les équipes responsables des investissements.

#### Evaluation de la VIF déterministe en $t=i$ :

Figure 24 : Modélisation de la VIF déterministe en  $t=i$

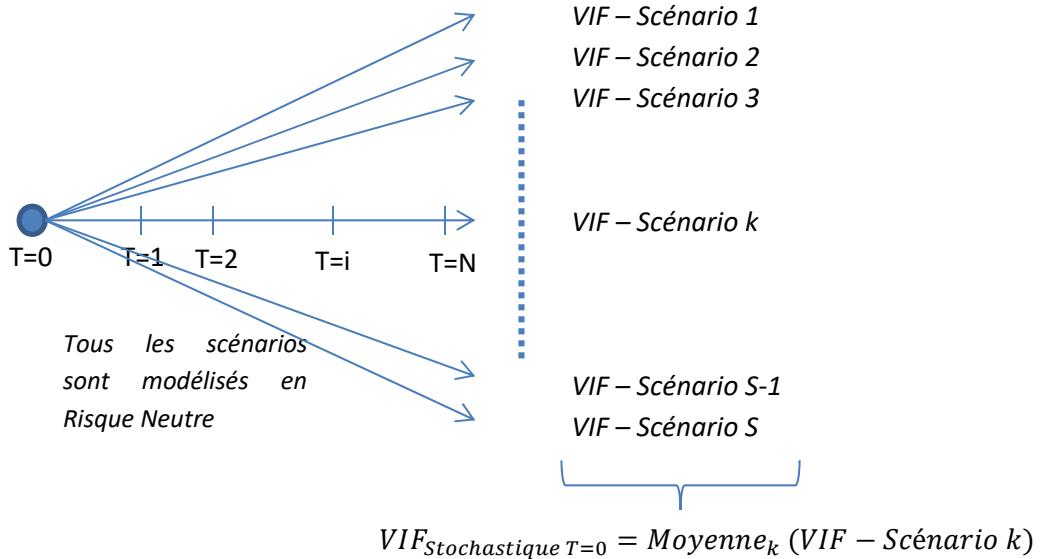


**Commentaires :** Après une évolution selon le scénario Management Case entre les dates 0 et  $i$ , les performances sont modélisées à nouveau en vision Risque Neutre, recalibrée en fonction des prix du Management Case à  $t=i$ . La VIF à  $t=i$  est ainsi calculée en vision Risque Neutre.

→ Stochastiquement, cela donnerait par analogie :

### VIF Stochastique en $T=0$ :

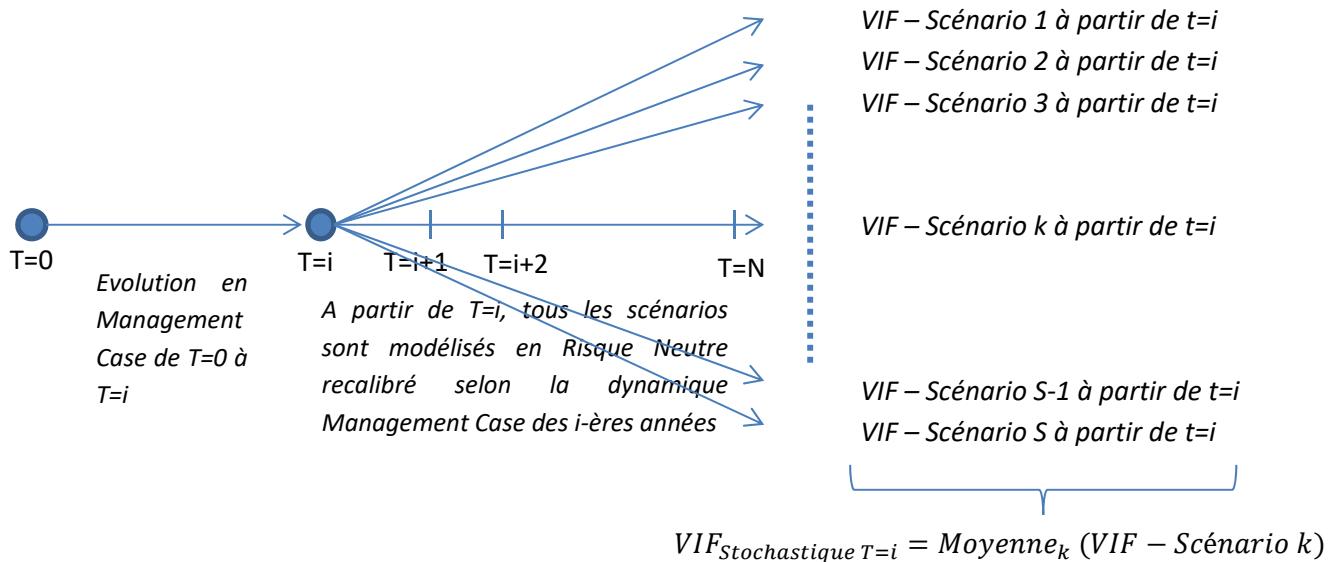
Figure 25 : Représentation du calcul des VIF Stochastiques en  $T=0$



**Commentaires :** La VIF à  $t=0$  est calculée en vision Risque Neutre, comme moyenne des VIF suivant les  $S$  scénarios proposés par les équipes responsables des investissements.

### VIF Stochastique en $T=i$ :

Figure 26 : Représentation du calcul des VIF Stochastiques en  $T=i$



**Commentaires :** Après une évolution selon le scénario Management Case entre les dates 0 et  $i$ , les performances sont modélisées à nouveau en vision Risque Neutre, recalibrée en fonction des prix du Management Case à  $t=i$ . La VIF à  $t=i$  est ainsi calculée en vision Risque Neutre, comme moyenne des VIF suivant les  $S$  scénarios mis à jour.

- La modélisation stochastique a l'avantage, comme pour le comparatif entre  $VIF_{\text{déterministe}}$  et  $VIF_{\text{stochastique}}$  en scénario Base Case à  $t=0$ , d'affiner la valeur finale et de fournir une photographie précise de la dispersion des résultats. Néanmoins, le calcul stochastique est très coûteux en temps, d'autant plus qu'il faut recalculer chaque année les nouveaux rendements des actifs, par la méthode présentée ci-après.

**Contexte actuel :** Dans le cadre d'un outil orienté business comme celui développé ici, devant fournir des résultats à la maille d'un contrat, sous quelques heures, l'implémentation d'un modèle stochastique n'est pas nécessaire. L'objectif premier est d'avoir un proxy fiable, précis et rapide.

A l'inverse, les équipes dédiées au modèle interne ou au provisionnement approfondiront ces modélisations. En parallélisant les calculs sur différents serveurs, il est possible d'étoffer la vision stochastique pour cibler encore plus précisément le risque 99,5%.

b. Projection du scénario Risque Neutre en fonction du scénario Management Case

Les taux forward risque neutre 1 an et les prix des obligations zéro-coupon de maturité 1 à 40 ans sans risque sont reliés entre eux, car le taux d'intérêt pour une période d'un an démarrant à une date future correspond au taux forward 1 an à cette date.

Soit  $Prix_{ZC}(t, k, n)$ , le prix d'un Zéro Coupon, à la date  $t$ , où  $k$  est l'année de projection considérée à partir de la date d'évaluation, et  $n$  la maturité. Soit  $f_{i,j}(t)$  le taux forward risque neutre un an sur la période  $[i, j]$  et  $t$  la date d'évaluation.

A la date  $t$  :

$$Prix_{ZC}(t, k, n) = \frac{1}{\prod_{j=k}^{k+n-1} (1 + f_{j-1,j}(t))}$$

Pour rappel, le taux actuariel  $r$  d'une obligation Zéro Coupon à  $t_0$  de maturité  $n$ , s'obtient via :

$$Prix_{ZC}(0, 1, n) = 1 / (1 + r)^n$$

En inversant la formule, on retrouve la courbe des taux forward 1 an :

$$f_{0,1}(t) = \frac{1}{Prix_{ZC}(t, 1, 1)} - 1$$

$$f_{i-1,i}(t) = \frac{Prix_{ZC}(t, 1, i-1)}{Prix_{ZC}(t, 1, i)} - 1$$

Ainsi, via la base de données des prix des zéro-coupons de différentes maturités du scénario Management Case aux différentes dates d'évaluation, on peut recréer la courbe des taux forward 1 an (et par un process similaire, les taux forward X ans) Risque Neutre à la date d'évaluation.

Avec le zéro coupon de maturité 1 an à la date  $t$ , on obtient d'office le taux forward de la première année. Avec le zéro coupon de maturité 2 ans à la date  $t$ , on obtient le taux forward 2 ans, qui est le cumul

entre le taux forward 1 an à la date d'évaluation et celui un an plus tard.

Ainsi, en divisant le zéro coupon 1 an par le zéro coupon 2 an, on aboutit au taux forward 1 an de 2<sup>ème</sup> année. On construit la nouvelle courbe Risque Neutre jusqu'à l'échéance par récurrence.

Ces taux permettent ainsi de définir le rendement des actifs sous-jacents à la modélisation des unités de compte, dans l'univers risque neutre déterministe, c'est-à-dire, en respectant les caractéristiques de la métrique désirée pour estimer la VIF (Vision Risque Neutre).

**Exemple :**

**Tableau 13** : Tableau des prix des Zéro Coupons pour le scénario Management Case  
(Les données sont simulées pour l'exemple)

Données Management-Case									
	Prix Zéro-Coupon								
	ZC 1Y	ZC 2Y	ZC 3Y	ZC 4Y	ZC 5Y	ZC 6Y	ZC 7Y	ZC 8Y	ZC 9Y
2017	1	0.99	0.975	0.955	0.93	0.9	0.865	0.825	0.78
2018	0.9975	0.9825	0.9625	0.9375	0.9075	0.8725	0.8325	0.7875	0.7375
2019	0.995	0.975	0.95	0.92	0.885	0.845	0.8	0.75	0.695
2020	0.9925	0.9675	0.9375	0.9025	0.8625	0.8175	0.7675	0.7125	0.6525
2021	0.99	0.96	0.925	0.885	0.84	0.79	0.735	0.675	0.61
2022	0.9875	0.9525	0.9125	0.8675	0.8175	0.7625	0.7025	0.6375	0.5675
2023	0.985	0.945	0.9	0.85	0.795	0.735	0.67	0.6	0.525
2024	0.9825	0.9375	0.8875	0.8325	0.7725	0.7075	0.6375	0.5625	0.4825
2025	0.98	0.93	0.875	0.815	0.75	0.68	0.605	0.525	0.44

**Tableau 14** : Tableau des rendements Risque Neutre recalibrés

Nouvelles Données Risque Neutre recalibrées									
Taux Forward									
Chronique des taux Forward 1 an avec une projection en	1Y	2Y	3Y	4Y	5Y	6Y	7Y	8Y	9Y
2017	0.00%	1.01%	1.54%	2.09%	2.69%	3.33%	4.05%	4.85%	5.77%
2018		0.25%	1.53%	2.08%	2.67%	3.31%	4.01%	4.80%	5.71%
2019			0.50%	2.05%	2.63%	3.26%	3.95%	4.73%	5.63%
2020				0.76%	2.58%	3.20%	3.88%	4.64%	5.50%
2021					1.01%	3.13%	3.78%	4.52%	5.36%
2022						1.27%	3.67%	4.38%	5.19%
2023	Utilisation des données du scénario Management Case						1.52%	4.23%	5.00%
2024								1.78%	4.80%
2025									2.04%

--> Pour 2017 -->	Taux Forward actuel 1an	Taux Forward 1 an dans 1 an	Taux Forward 1 an dans 2 ans	Taux Forward 1 an dans 3 ans	Taux Forward 1 an dans 4 ans	Taux Forward 1 an dans 5 ans	Taux Forward 1 an dans 6 ans	Taux Forward 1 an dans 7 ans	Taux Forward 1 an dans 8 ans
-------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

**Commentaires :** Via les données Management Case, le scénario Risque Neutre à la date de projection souhaitée se recalibre rapidement. La lecture des taux forward se décale avec le jeu Management Case. Ainsi le taux forward 1 an dans 3 ans pour 2019 vaut 3,26%.

Par exemple, si on cherche le taux forward 1 an dans 4 ans, en Risque Neutre, en projetant à partir de 2020 (c'est-à-dire, le taux 4.64%) :

- 1) On isole les prix des ZC 4an et 5an pour l'année 2020 : 0,9025 et 0,8625
- 2) On obtient le taux forward 1 an dans 4 ans =  $0,9025/0,8625 - 1 = 4.64\%$

**Nota Bene :** Concernant l'inflation, l'hypothèse sera faite, pour les projections aux dates futures, de conserver la même courbe d'inflation du Scénario Management Case définie à  $t=0$ , et restreinte à la période restant à étudier.

### **III. Optimisation des Drivers du SCR & Leviers de Rentabilité**

Pour éviter de nombreux calculs de projection temporelle des performances financières pour estimer la VIF Base Case à toute date  $t$  et ainsi économiser un temps précieux, on va donc chercher à employer des drivers pour estimer le SCR à toute date  $t$ . Pour ce faire, dans un premier temps, seront uniquement étudiés les drivers pour le SCR UC. L'objectif est de trouver un driver qui, idéalement, conviendrait à l'ensemble des supports d'investissement.

#### **Pourquoi démarrer par les drivers du SCR des Unités de Compte ?**

De manière analogue à la modélisation stochastique sur les performances des Unités de Compte et son impact minime sur la TVOG (effet d'ordre 2 par variation des assiettes de calculs), le SCR UC va évoluer « proportionnellement » aux évolutions financières du produit et aux comportements du client, grâce à l'absence de clauses de garanties. L'impact des scénarios stochastiques sur la VIF et le SCR par rapport au scénario déterministe est donc quasi nul, et de fait, les drivers qui seront les plus aptes à la modélisation du SCR des Unités de Comptes en vision déterministe, le resteront pour la vision stochastique.

Il est donc plus aisé de démarrer par l'analyse des meilleurs drivers sur le SCR des Unités de Compte, avant de travailler sur celui du fonds €.

#### **Quels sont les problèmes du fonds € ?**

Sur le fonds €, il y a 2 problèmes majeurs : la richesse et la présence de garanties, avec en plus une corrélation entre les 2.

La présence d'une richesse de l'épargne en stock chez l'assureur décorrèle plus ou moins fortement les aléas des performances des marchés financiers et les taux servis aux assurés.

Pour un assureur tout nouveau sur le marché, faute de richesse initiale, un raisonnement similaire à celui de l'UC pourrait tout à fait convenir, en tenant compte des objectifs de diversification et de maturité des produits financiers en portefeuille.

En revanche, pour tous les assureurs historiques, la richesse présente du fonds € va permettre de servir de meilleurs taux en cas de chute rapide des taux, mais la latence du fonds va ralentir la remontée des taux en cas de hausse rapide (et dans cette situation, cela pourrait augmenter les années avec des abandons de marge nécessaires pour servir les garanties dues au client).

Quant aux revalorisations garanties, elles génèrent des abandons de marge de l'assureur lorsque les taux sont trop bas, là où, avec les Unités de Compte, l'impact n'est que d'ordre 2 par effet d'assiette.

Cette décorrélation entre marché et rendement liée à la richesse, et la présence de garanties de revalorisation (TMG, TMGA, ...) rendent l'analyse plus complexe et nécessitent la mise en place de quelques hypothèses fortes.

*Pour cause de confidentialité, les valeurs des SCR seront modifiées par différentes translations homothétiques car les calculs auront été menés avec la formule du modèle interne propre à AXA. Néanmoins, les résultats restent tout à fait interprétables et proches de la réalité, y compris en cas de modélisation avec la formule standard de Solvabilité 2.*

## ***A. Etude des drivers du SCR UC***

### ***1. Recherche d'un driver adéquat***

Pour modéliser le plus fidèlement possible l'évolution du SCR sur les fonds en Unité de Comptes, et envisager les drivers potentiels les plus adéquats, il faut identifier les caractéristiques principales structurant le SCR des Unités de Comptes.

L'élément majeur sur les UC est l'absence de garantie. De fait, les prises de frais/commissions et l'estimation des coûts – c'est-à-dire les composantes de la VIF –, vont dépendre des performances financières uniquement au 2<sup>nd</sup> ordre, par effet de revalorisation de l'encours du client, id est, de la provision mathématique modélisée par l'assureur.

Comme le SCR est un delta de VIF, la recherche des meilleurs supports des drivers se focalisera avant tout sur la PM, car :

$$VIF \sim \sum_{i=1}^{60} \text{Taux de Marge}_i * PM_i * \text{Taux Actualisation}_i$$

Sur les unités de compte, en supposant le taux de marge constant (*hypothèse raisonnable pour une UC*), on a :

$$VIF \sim \text{Taux de Marge} * \sum_{i=1}^{60} PM_i * \text{Taux Actualisation}_i$$

Les drivers potentiellement les plus précis devraient donc dépendre de l'évolution de la provision mathématique de l'épargne UC.

#### ***a. Driver 1 : PM***

La VIF dérivant directement de la PM, la première intuition est de considérer la provision mathématique comme premier potentiel driver.

La provision mathématique a l'avantage de tenir compte de l'effet volume, mais en revanche, la VIF étant une somme de flux actualisée, la PM seule risque de ne pas suffisamment bien représenter les valeurs futures des réserves.

Ce driver ne sera donc pas étudié.

#### ***b. Driver 2 : Duration de PM***

La duration correspond au temps moyen d'exposition du contrat. Cette notion fait sens dans l'étude du SCR car l'exposition au risque va évoluer similairement à la durée d'exposition du produit.

On définit la duration en vision Risque Neutre (RN) par la formule suivante :

$$Duration_t^{RN}(PM) = \frac{\sum_{i>t} PM_i^{RN} * Déflateur_i^{RN}}{PM_t^{RN} * Déflateur_t^{RN}}$$

Similairement, on pourra étudier également la duration en vision Management Case. (MC)

### c. Drivers 3 : VAN de PM & Dérivés

Concernant la VAN des PM, ce driver paraît intéressant car la VIF (donc le SCR) dépend des cash-flows sur l'ensemble de la durée de vie du contrat, autrement dit de la PM pour chaque année. Ainsi, considérer la valeur actuelle nette des provisions mathématiques estimées sur l'ensemble de la durée du contrat semble pertinent. La VAN a l'avantage, par rapport à la PM seule, de tenir compte de la valeur temps de l'argent (une même somme dans un futur proche vaut plus que dans un futur lointain).

$$VAN_t^{RN}(PM) = \frac{\sum_{i>t} PM_i^{RN} * Déflateur_i^{RN}}{Déflateur_t^{RN}}$$

Similairement, on peut étudier la VAN des PM en vision Management Case. (MC)

Un dernier driver sera étudié, il s'agira de la VAN des PM, légèrement modifiée, pour tenir compte de l'évolution des performances lors des premières années de projection en Management Case.

$$VAN_t^{corr}(PM) = PM_t^{MC} * Duration_t^{RN}(PM)$$

Grâce à ce dernier driver, on a l'équation suivante qui relie 2 SCR à deux temps différents :

$$SCR_{t>0} = SCR_{t-1} * \frac{PM_t^{MC}}{PM_{t-1}^{MC}} * \frac{Duration_t^{RN}(PM)}{Duration_{t-1}^{RN}(PM)}$$

Le ratio de PM en Management Case va justement permettre de modéliser l'évolution liée à la revalorisation et aux versements libres au cours des premières années. On tiendra ainsi mieux compte de la hausse de l'assiette. Le ratio de duration tiendra compte de l'effet durée.

### d. Mesures de la qualité de la régression

Pour évaluer la précision du driver, un indicateur proche de celui de l'évaluation de l'erreur des moindres carrés sera utilisé. Ici, on normalise l'écart entre les séries. Ainsi, lorsque la grandeur atteint 0, les deux séries sont identiques, et si elle grimpe jusqu'à 1, les séries sont totalement opposées. L'objectif est donc de trouver un driver avec un indicateur le plus proche de 0.

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{2} * \frac{\sum_i (y_i - x_i)^2}{\sum_i y_i^2 + x_i^2}}$$

L'indicateur étant compris entre 0 et 1, il ne permet pas de savoir si la modélisation conduit à une

sur- ou -sous-estimation. Cela sera visible sur les graphes.

Cette mesure sera au cœur du choix du meilleur driver, mais d'autres éléments comme la précision de la courbe sur les premières années ou l'impact sur l'IRR seront également pris en compte. Il sera également préférable d'avoir un estimateur surestimant légèrement le besoin en capital plutôt que l'inverse, par mesure de prudence.

## 2. Applications et Sensibilités du Driver

Il faut trouver le driver le plus juste ; s'il sous-estime le SCR, alors il en sera de même du capital immobilisé, et la rentabilité sera surestimée. Cela aboutirait probablement aux lancements de produits qui n'auraient pas dû l'être, et mettrait potentiellement à mal l'entreprise. A l'inverse, si le SCR est trop surestimé, cela conduira à une sous-estimation de la rentabilité du produit et pourrait mettre fin à sa commercialisation.

On note donc qu'il est nécessaire d'être le plus précis possible sur l'estimation du driver, et surtout, qu'il faut essayer d'avoir une erreur qui soit assez homogène (c'est-à-dire, on surestime et sous-estime de manière équivalente) et qu'il serait idéal de connaître sinon le sens de l'erreur.

Pour aider à la décision, la précision sur les premières années sera essentielle, ainsi que la tendance à long-terme. Pour chaque driver, 2 visions seront étudiées : une avec VL, l'autre sans. Le driver « avec VL » modélise des versements libres tout au long de la période simulée avec le scénario Management Case, puis à partir de la date du choc (c'est-à-dire à partir du début de la projection et du passage en mode « VIF »), les versements sont mis à 0. Dans la situation « sans VL », aucun VL hormis le VL initial n'est simulé. La prise en compte du VL permet de mieux simuler l'évolution réelle (c'est-à-dire « Management Case » de la PM) de l'assiette.

### a. Model Point étudié

Le « model-point » étudié se base sur un produit commercialisé par AXA, pour utiliser les lois de rachat, de versements et de mortalité qui lui sont propres.

*Pour des raisons de confidentialité des données, les valeurs de ces lois ne seront pas présentées dans ce mémoire. Concernant les primes, frais de gestion et rémunérations, les taux ont été légèrement modifiés pour des raisons de confidentialité.*

Le model-point analysé dans cette partie se base uniquement sur un produit 100% UC. Différentes sensibilités sont testées sur les lois de versements libres et programmés, les rachats, les primes et les allocations d'actifs.

Voici donc les caractéristiques du model point de l'étude, en 100% Unités de Compte :

**Prime = 40 000 € - Age = 55 ans**

**Versement Libre moyen = 25 000 € (=Somme des VL / Nombre de VL)**

**Chargements à l'acquisition : 1,10% - Commissions à l'acquisition = 0,79%**

**Structure des coûts :**

**A l'acquisition : 640€ + 4,1% et 213€ + 1,4% pour les VL**

**En gestion : 44€ + 0,13% annuellement**

**Frais de gestion : 1,50% + 1,20% de CPA**

## Rémunération sur encours : 0,40%

La marge liée aux frais de gestion & CPA s'élève à 2.70% de l'encours, avant rémunération et prise en compte des coûts. Il s'agit d'une valeur pouvant paraître élevée, mais qui reste dans les normes du marché. Grâce aux performances théoriquement plus fortes, les produits à unité de compte sont plus margés, donc plus rentables pour l'assureur, d'autant que l'assuré porte la quasi-totalité du risque.

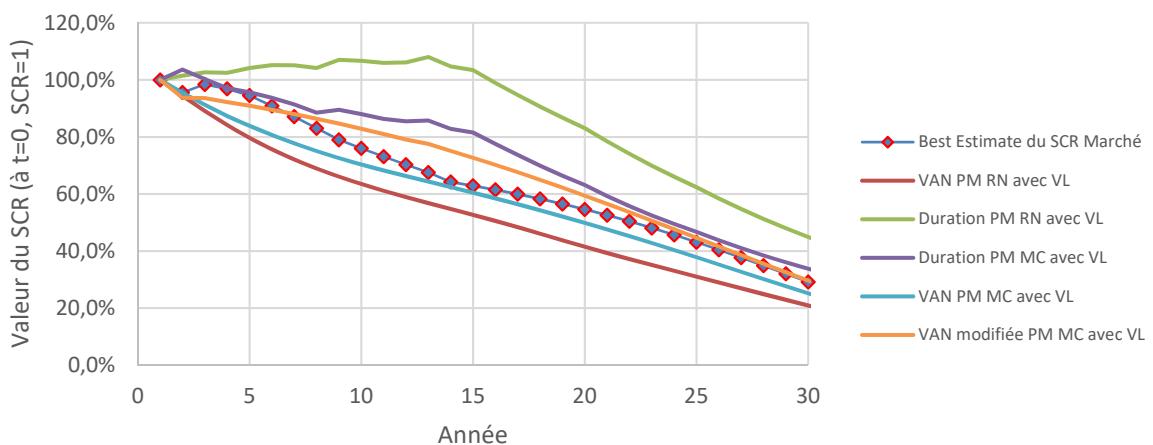
Sur ce produit à Unité de Compte, le coût du stochastique, c'est-à-dire la TVOG, s'élève pour les sensibilités les plus fortes, 1% des versements annuels moyens sur 10 ans, id est, de l'APE. Autrement dit, l'impact marginale du stochastique sera inférieur à 1% ; la NBV Margin stochastique du Base Case sera, au pire, plus faible de 1% que la NBV Margin déterministe. L'impact du stochastique est donc bien d'ordre 2 sur la rentabilité pour les supports en Unité de Compte.

### b. Résultats & Choix du Driver

Les graphiques présentés ci-après décrivent l'évolution du SCR à toutes les dates  $t$ , en fonction de sa valeur initiale à  $t=0$ . D'où un point de départ qui sera toujours à 100%.

L'analyse de la projection du SCR se focalise d'abord sur la projection du SCR Marché.

**Figure 27 :** Projection des drivers du SCR Marché sur 30 ans – Driver avec VL



**Légende :** L'objectif est de simuler au mieux la courbe « Best Estimate du SCR Marché », obtenue en calculant les VIF centrales et choquées à tout pas de temps.

**Commentaires :** Les carrés rouge représentent l'évolution du « vrai » SCR Marché au cours du temps. Celui-ci est obtenu en simulant la  $VIF_{t=i}$  pour toutes les dates  $i$ . On note d'office que certains drivers fonctionnent mieux que d'autres ; les drivers avec la mention « RN » sont obtenus en modélisant les performances financières en vision « Risque Neutre » tout le long de la modélisation. Logiquement, la  $VIF_{t=i}$  étant modélisée les  $i$ -ères années avec des performances Management Case, cela crée un décalage.

Ces drivers, en vert et rouge sur le graphe ci-dessus, semblent moins précis que ceux en vision « Management Case » = « MC ».

**Tableau 15 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Marché – Driver avec VL**

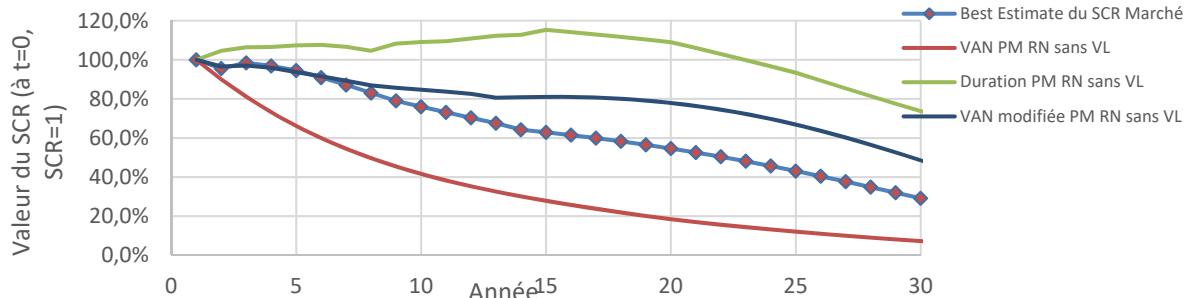
	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
<b>Qualité de la régression</b>	9.38%	4.40%	16.69%	7.43%	3.86%
<b>NBV Margin (avec le SCR réel : 122%)</b>	132%	124%	106%	111%	121%
<b>IRR (avec le SCR réel : 38%)</b>	44%	41%	31%	34%	37%

**Commentaires :** Sur le graphe précédent, les 2 courbes siglées « RN » semblaient en retrait, ce qui est confirmé par les chiffres ci-dessus. Et au premier abord, 2 autres courbes ressortaient significativement : la courbe « VAN PM MC avec VL » en bleu-clair et la courbe orange « VAN modifiée PM MC avec VL ». Cela est confirmé par les chiffres du tableau.

Les drivers surestimant le SCR dégradent effectivement légèrement la rentabilité du produit, et inversement pour ceux sous-estimant le risque.

Sur ce produit, les chiffres de rentabilité sont excellents, car il s'agit d'un produit en unité de compte, très bien margé. De fait, la valeur du nouveau business est élevée et l'assureur retrouve son investissement très rapidement, avec une durée de retour sur investissement de 3-4 ans (= « Payback Period »).

**Figure 28 : Projection des drivers du SCR Marché sur 30 ans – Drivers sans VL**



**Commentaires :** Le graphe précédent se focalisait sur des drivers « avec VL », c'est-à-dire, avec prise en compte des VL jusqu'à l'année  $i$  du début de la projection. L'étude a également été menée sur des drivers « sans VL » (à l'exception du VL à  $t=0$  qui est certain). On remarque, que pour le SCR Marché, une telle modélisation n'est pas adéquate.

**Tableau 16 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Marché – Driver sans VL**

	VAN PM RN sans VL	Duration PM RN sans VL	VAN modifiée PM RN sans VL
<b>Qualité de la régression</b>	27.60%	26.21%	12.24%

**Commentaires :** Les chiffres des drivers sans VL sont logiquement en retrait par rapport aux drivers

avec VL. La perte de l'effet volume explique cet écart.

→ A l'issue de ces premiers résultats, 2 drivers semblent les plus à même d'estimer au mieux le SCR Marché projeté. La prise en compte des VL est également nécessaire pour simuler le plus précisément possible l'évolution de l'encours et donc la taille du SCR.

Pour le SCR Marché, les résultats sont présentés à la maille globale du choc « Marché », car les qualités de simulation sont majoritairement similaires pour les sous-chocs. Cela permet également de voir le niveau de l'erreur à la maille du SCR Marché.

En analysant directement le SCR Marché, l'agrégation des sous-chocs a déjà été faite et le biais de décision est éliminé. Cela permet de limiter le nombre de drivers à calculer.

L'analyse par sous-chocs financiers montre également que ce sont les mêmes drivers qui mesurent au mieux chaque choc. Cela permet de conclure que l'agrégation des risques n'affaiblit pas les performances des estimateurs, pour le choc marché.

**Tableau 17** : Calcul de l'indicateur de qualité de régression pour chaque sous-choc financier

	VAN PM RN sans VL	VAN PM RN avec VL	Duration PM RN sans VL	Duration PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN Modifiée PM RN sans VL	VAN Modifiée PM MC sans VL
Taux à la baisse	43.85%	32.01%	20.25%	16.29%	28.50%	21.26%	1.67%	23.59%
Change	70.02%	69.58%	68.39%	68.74%	69.43%	69.11%	68.98%	69.43%
Taux à la hausse	18.47%	3.91%	35.07%	26.01%	7.57%	17.07%	22.45%	7.57%
Inflation	6.39%	14.02%	43.69%	36.12%	25.03%	28.12%	32.88%	19.09%
Choc Action	26.90%	8.57%	26.90%	17.44%	4.47%	8.13%	13.00%	3.68%
Choc Spread	26.90%	8.57%	26.90%	17.44%	4.47%	8.13%	13.00%	3.68%
Choc Immobilier	26.90%	8.57%	26.90%	17.44%	4.47%	8.13%	13.00%	3.68%
En agrégeant au niveau du SCR Marché (reprise des résultats des tableaux 15 et 16)								
Choc Marché	27.60%	9.38%	26.21%	16.69%	4.40%	7.43%	12.24%	3.86%

**Commentaires :** Pour chaque driver, la qualité de la régression a été étudiée. Les performances sont similaires à celles précédentes sur le SCR Marché global. Les drivers « VAN PM MC avec VL » et « VAN modifiée PM MC avec VL » dominent.

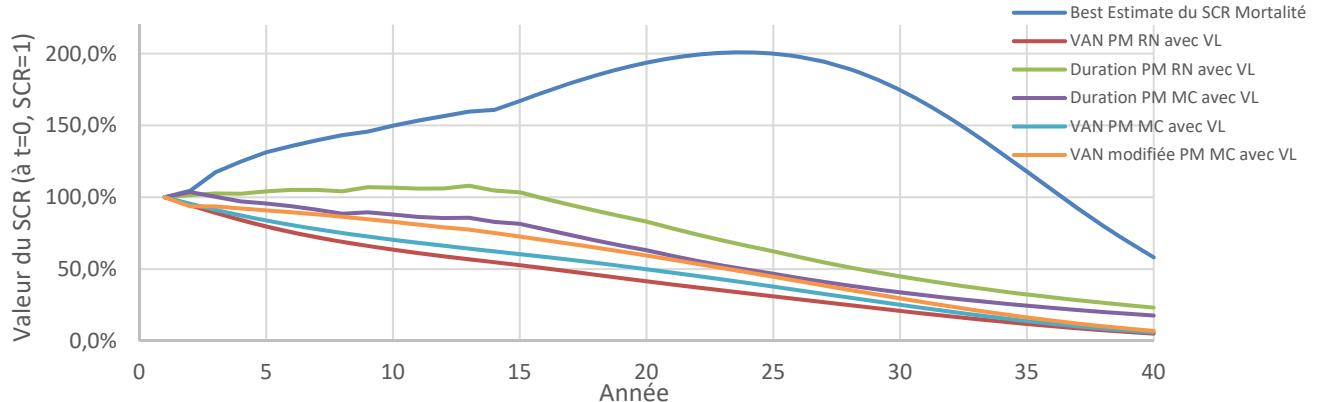
Le choc de change est moins bon sur ces 2 drivers, mais c'est un choc de niveau « faible ». Les qualités de projection sont les mêmes pour les 3 chocs « Action », « Spread » et « Immobilier » car la modélisation du choc financier est la même : un choc à  $t=0$  sur la partie exposée au risque ; le SCR projeté évoluera similairement ensuite dans tous les cas.

L'erreur sur le SCR « Taux à la baisse » est plus importante que pour le SCR « Taux à la hausse », car le choc à la baisse est uniquement proportionnel au taux de marché donc variable, alors que pour le choc à la hausse, il est au moins de +1% ; or avec le contexte actuel de taux bas, c'est l'augmentation additive constante de +1% qui est presque toujours la plus importante. Ainsi, plus les taux remontent, plus le choc à la baisse est important.

Passons maintenant à l'étude du SCR des chocs techniques. Les résultats portant sur les drivers sans VL ne seront pas présentés, car, comme pour le SCR Marché, les performances sont moindres.

## Choc Mortalité

Figure 29 : Projection des drivers du SCR Mortalité sur 40 ans



Les drivers divergent par rapport à la courbe du SCR Best Estimate. Cet écart s'explique par un choc de mortalité à  $t=i$  proportionnel, +15%, au taux de mortalité de l'âge de l'assuré à  $t=i$ . Or plus l'âge augmente, plus la probabilité de décès augmente, plus le choc devient important. Or, de manière analogue au choc de taux à la baisse (et à la hausse dans une moindre mesure), le driver étant estimé à partir d'une chronique à  $t=0$ , il ne peut pas tenir compte correctement d'un choc qui devient de plus en plus conséquent, d'où la sous-estimation importante du réel SCR, quel que soit le driver.

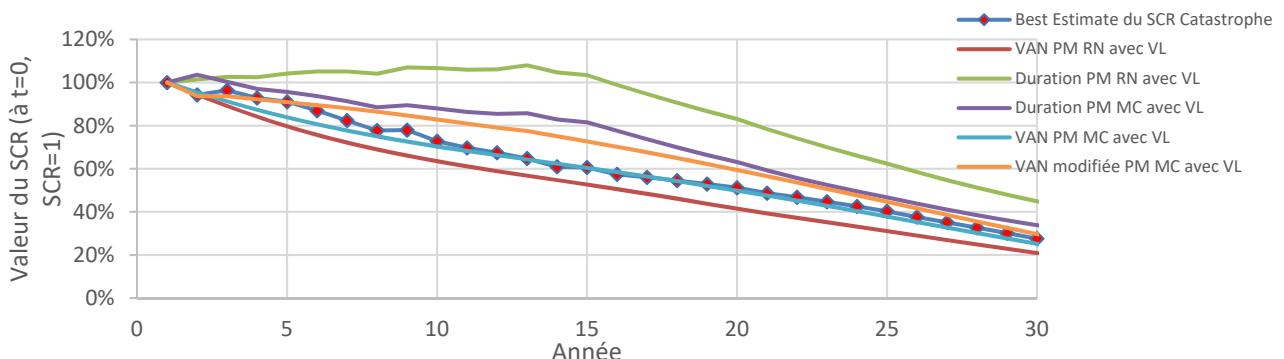
Néanmoins, sur un produit d'épargne sans rente, le choc mortalité est un choc d'importance « moindre » que les chocs de rachat par exemple, ne pesant que 3 à 5% du SCR Technique au maximum. Ainsi, l'erreur de projection du SCR liée au driver est tolérée.

Par défaut, le driver choisi sera la « VAN modifié PM MC avec VL ».

## Choc Catastrophe

Tableau 19 & Figure 30 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Catastrophe et Projection des driver du SCR Catastrophe sur 30 ans

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
Qualité de la Régression	7.13%	2.44%	18.70%	9.30%	5.69%



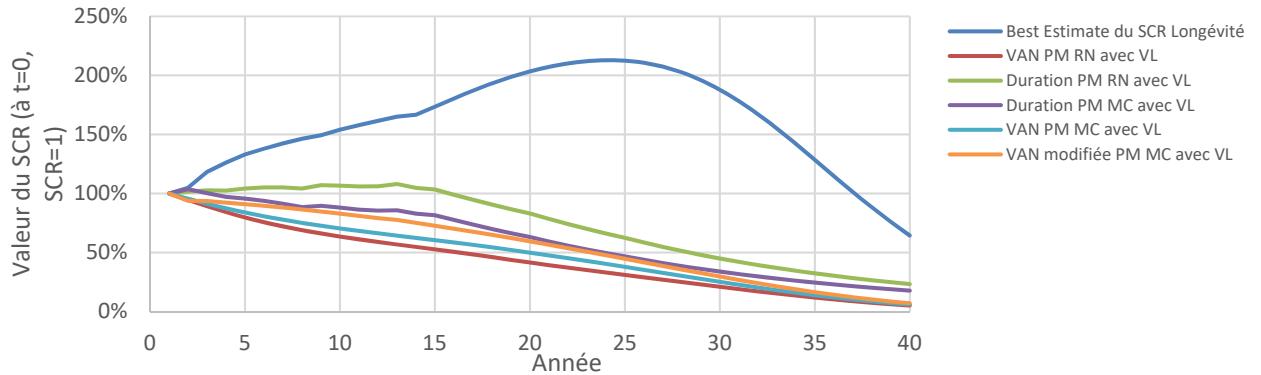
Commentaires : Pour le choc Catastrophe, à l'inverse du choc mortalité, comme il est additif – +0,15% sur le taux de décès  $q_x$  –, les drivers modélisent très finement le best-estimate du SCR Catastrophe.

Ici, le driver « VAN PM MC avec VL » est le plus efficace, suivi du driver « VAN modifié PM MC avec VL », qui est lui, un peu plus prudent.

Pour le risque de Catastrophe, le driver le plus adéquat est donc la « VAN PM MC avec VL ».

### Choc Longévité

**Figure 31 :** Projection des drivers du SCR Longévité à la Housse sur 40 ans – Drivers avec VL



**Commentaires :** De manière similaire au choc de mortalité, comme le choc de longévité suppose une baisse multiplicative de 20% du taux de décès, les conséquences sur l'estimation du SCR sont similaires. Le SCR est largement sous-estimé, pour les mêmes raisons que le risque de mortalité. Néanmoins, là encore, le choc est de niveau secondaire, de 2 à 6% du SCR Technique. Ainsi, ce biais est toléré.

Par défaut, on conservera ici les deux drivers usuels : « VAN PM MC avec VL » et « VAN modifiée PM MC avec VL ».

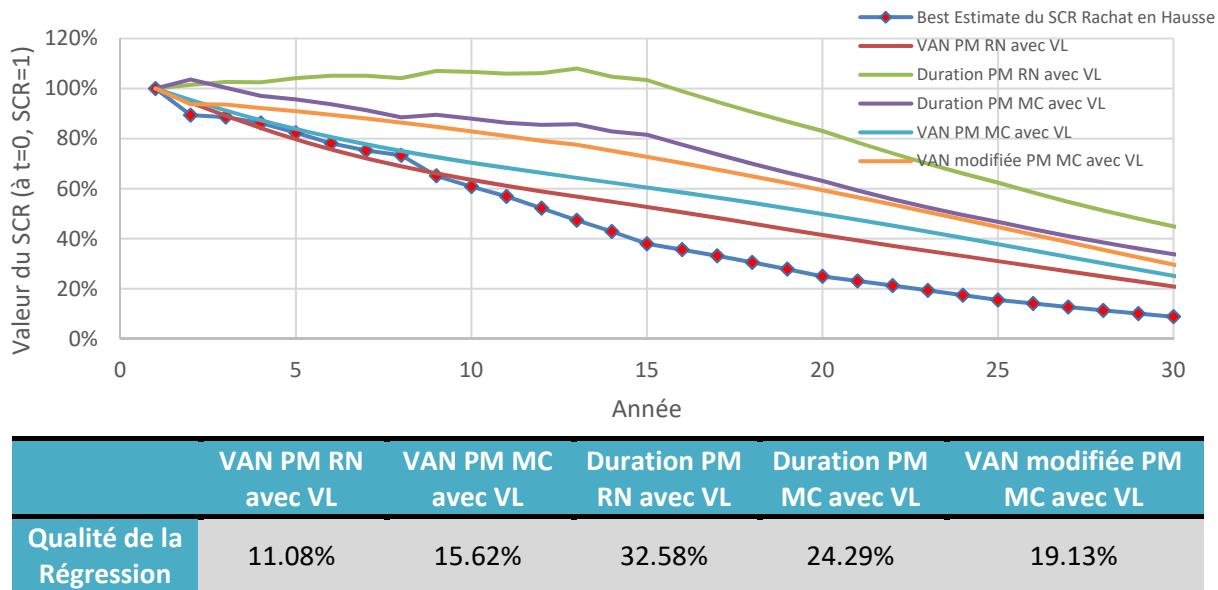
Pour les chocs de Longévité et Mortalité, des tests complémentaires ont été menés pour essayer de trouver un driver différent qui aurait pu refléter plus précisément le SCR. Mais aucun ne s'est vraiment révélé efficace.

*Nota Bene : Sur la majorité des produits d'assurance-vie, entre les chocs de mortalité et de longévité, si l'un est positif, l'autre sera négatif. En effet, sur les unités de compte, il est rare d'avoir un impact similaire pour deux chocs opposés. Par raison de prudence, dans le calcul du SCR Technique, le choc à effet positif sera capé à 0, pour éviter une diversification des risques trop importantes.*

### Choc Rachat : Housse et Baisse

Les chocs de rachat sont les risques les plus importants dans le calcul du SCR Technique ; il convient donc d'avoir des estimateurs précis et prudents.

**Figure 32 & Tableau 20 : Projection des drivers du SCR Rachat à la Housse sur 30 ans – Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Rachat à la Housse**



**Commentaires :** Pour le choc de rachat à la hausse, le driver « VAN PM RN » domine les autres drivers. Cette surperformance du driver estimé en vision Risque Neutre, s'explique par un effet « volume de rachat » qui domine légèrement la non-simulation en vision Management Case.

Les drivers prenant en compte le volume restent les plus efficaces, ceux mesurant la durée de l'exposition au risque étant de qualité moindre.

**Tableau 21 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Rachat à la Baisse**

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
<b>Qualité de la Régression</b>	13.22%	17.91%	34.60%	26.50%	21.44%

**Commentaires :** Les conclusions sur le rachat à la baisse sont similaires à celles sur le rachat à la hausse, le choc n'étant que l'opposé du précédent. Là encore, l'effet volume doit absolument être pris en compte, d'où une meilleure performance des indicateurs basés sur la VAN de PM.

D'un point de vue rentabilité, comme le SCR de rachat est l'un des chocs les plus importants, de faibles écarts de modélisation pourraient avoir des conséquences importantes.

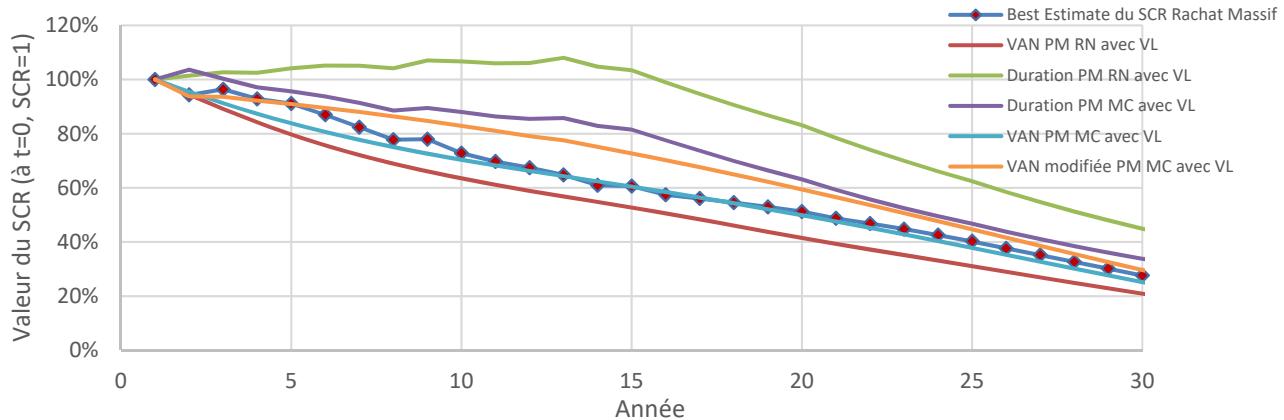
Néanmoins, les produits UC sont bien margés et fournissent suffisamment de VIF pour tolérer des écarts de SCR liés à la simulation. Ici, selon le driver utilisé (on notera que tous, apportent une vision prudente), les indicateurs de rentabilité évoluent à la baisse d'environ -4 à -8% pour ceux dérivant de la VAN, et de -7 à -12% pour ceux employant la duration.

De façon similaire au traitement des chocs mortalité et longévité, les 2 chocs de rachat à la hausse et à la baisse seront rarement du même signe, surtout sur les produits en unité de compte. Là encore, le choc positif sera capé pour conserver une vision prudente de la diversification des risques dans le calcul du capital immobilisé.

Pour le rachat, le driver « VAN PM » calculé uniquement en vision Risque Neutre est théoriquement le plus adéquat, mais par volonté de conserver une modélisation Management Case plus cohérente les 1ères années, le driver en Management Case ou la VAN modifiée en Management Case lui seront préférés.

### Choc Rachat Massif

**Figure 33 : Projection des drivers du SCR Rachat Massif sur 30 ans – Drivers avec VL**



**Commentaires :** Concernant le choc de rachat massif, les drivers correspondent plus précisément au SCR à estimer, car le choc n'a lieu que la première année et a un impact additif constant, à l'inverse des chocs de rachat à la hausse et à la baisse. De fait, l'écart dû au choc ne se matérialise qu'une seule fois lors du choc, ensuite les évolutions seront assez similaires.

Ici, le choix se porte en premier lieu sur le driver « VAN PM MC », puis sur le driver « VAN modifiée PM MC », autrement dit, les deux drivers usuels.

### Choc Coûts

Le choc de coût correspondant à une hausse de 10% des frais généraux de l'entreprise, et une partie des coûts étant modélisée avec une part fixe, les drivers recherchés se basent non pas sur la Provision Mathématique et ses dérivés, mais sur les coûts, afin de retranscrire plus fidèlement la variation du SCR.

**Tableau 22 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Coûts**

	VAN Coûts RN avec VL	VAN Coûts MC avec VL	Duration Coûts RN avec VL	Duration Coûts MC avec VL	VAN modifiée Coûts MC avec VL
Qualité de la Régression	3.75%	1.97%	23.27%	14.02%	5.69%

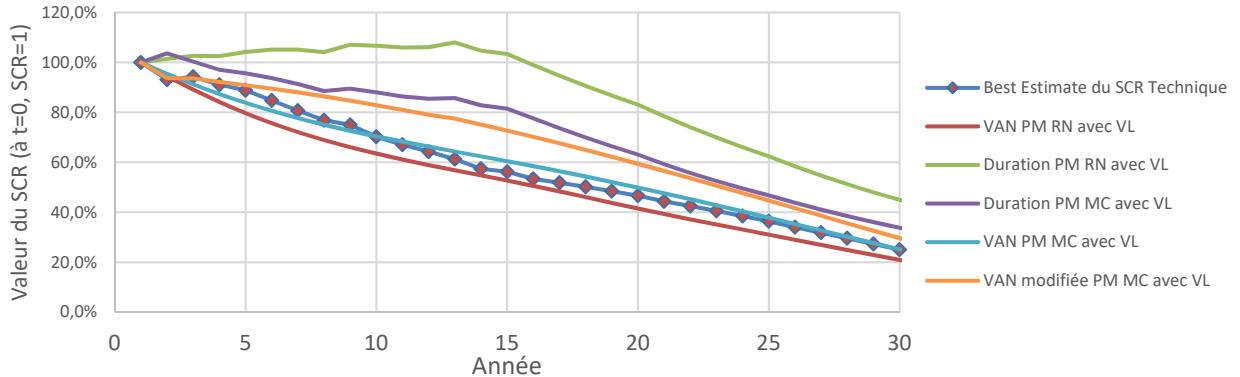
**Commentaires :** L'utilisation des coûts au lieu de la PM permet d'améliorer la qualité de la régression de 4 à 8%. Ici, les estimateurs simulent assez précisément le vrai SCR coûts.

Le choix initial va à l'estimateur « VAN Coûts MC » puis à la VAN modifiée, pour rester en vision Management Case.

### Choc Technique au global :

On étudie ici l'impact global d'une modélisation de chaque sous-SCR technique par un driver.

**Figure 34 : Projection des drivers du SCR Technique sur 30 ans – Driver avec VL**



**Commentaires :** Au vu du graphe, 2 estimateurs semblent avoir la préférence, les VAN de PM en vision Risque Neutre et Management Case.

**Tableau 23 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Technique – Driver avec VL**

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
<b>Qualité de la régression</b>	4.76%	2.35%	21.01%	11.65%	8.05%
<b>NBV Margin (avec le SCR réel : 122%)</b>	128%	123%	105%	111%	117%
<b>Klight Ratio (avec le SCR réel : 38%)</b>	41%	38%	27%	33%	35%

**Commentaires :** Sur le graphe précédent, les 2 courbes siglées « Duration » semblaient en retrait, ce qui est confirmé par les chiffres ci-dessus. 2 autres courbes ressortent significativement : la courbe « VAN PM MC avec VL » en bleu-clair et la courbe orange « VAN PM RN avec VL ».

Le driver « VAN modifiée PM MC avec VL » a l'avantage d'être plus prudent.

### Conclusion sur les estimateurs des Unités de Compte :

Les résultats présentés ci-dessus font ressortir 2 drivers, tous en vision Management Case, la valeur actuelle nette des provisions mathématiques, et la valeur actuelle nette modifiée, autrement dit, ceux cités sous le nom « VAN PM MC » et « VAN modifiée PM MC ». Les estimateurs basés sur la duration sont presque à chaque fois relégués aux dernières places, ce qui montre bien que l'effet volume est au cœur du sujet de l'estimation du driver.

Sur les chocs marché, les 2 drivers sont presque toujours aux premières places. Sur les chocs

techniques, la vision Risque Neutre de la VAN prend parfois la tête grâce à divers effets annexes. Néanmoins, le choix final se portera sur la « VAN modifiée PM MC », car elle offre le plus souvent une vision plus prudente, particulièrement intéressante dans l'étude de rentabilité. Cela montre que le terme ajouté représentant la durée d'exposition du produit et qui conduit à des estimateurs « Duration » trop prudents, est utile ici.

### *c. Sensibilités des drivers aux évolutions des hypothèses de modélisation*

Le choix du driver le plus adéquat s'est effectué en se basant sur un unique Model Point, mais la sensibilité des résultats en fonction des hypothèses du Model Point doit également être éprouvée.

Différents tests ont été menés, en modulant les hypothèses de versements complémentaires, de primes, de frais, d'allocation, etc. Cela permet de tester la fiabilité des estimateurs. On utilise le même driver pour driver l'ensemble des sous-SCR (sauf pour le SCR Coûts, où la PM est remplacée par les coûts).

**Tableau 24** : Analyse de la qualité de la régression en fonction des sensibilités sur le SCR Global

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
<i>Cas Central</i>	6.48%	3.13%	5.32%
<i>Baisse des Versements de -50%</i>	7.54%	6.13%	5.79%
<i>Hausse des Versements de +50%</i>	7.45%	4.85%	6.12%
<i>Baisse des rachats de -20%</i>	4.23%	5.34%	5.78%
<i>Hausse des rachats de +20%</i>	4.85%	4.84%	3.76%
<i>Baisse des frais de gestion de -50bps</i>	6.11%	2.98%	4.81%
<i>Hausse des frais de gestion de +50bps</i>	6.89%	3.03%	6.15%
<i>Allocation des actifs 100% Action</i>	6.45%	3.11%	5.41%
<i>Allocation des actifs 100% Obligation</i>	6.47%	3.09%	5.36%

**Commentaires :** L'étude se focalise sur la robustesse des 3 estimateurs qui dominent les tests de la partie précédente. Le SCR au global est étudié. L'ordre de grandeur reste toujours le même. D'où, comme évoqué en conclusion de la partie précédente, un choix final qui se fera en fonction d'autres critères.

➔ Les résultats montrent donc une certaine robustesse dans la qualité des drivers.

L'utilisation de drivers incluant les versements des premières années est particulièrement importante pour conserver des drivers fiables, y compris lors d'une variation des hypothèses de versements. L'effet volume de la VAN permet également de rester cohérent malgré les rachats plus ou moins importants.

Les évolutions de l'allocation jouent sur la performance du produit mais n'influent que peu sur la marge, d'où un driver tout aussi performant. De plus, une fois en vision Risque Neutre, c'est-à-dire après le choc à la date  $t=i$ , les performances de tous les actifs de marché sont les mêmes, donc l'allocation n'a un impact que sur les premières années en Management Case.

Influer sur les hypothèses de marge financière, comme les frais de gestion, a un impact assez faible ici, car pour les Unités de Compte, l'effet sur le SCR est directement linéaire, la marge étant prise sur la performance du client.

➔ Le driver choisi pour la suite des modélisations en Unités de Compte sera l'estimateur basé

sur la VAN de PM modifiée en vision Management Case. Ce driver conjugue plutôt efficacement l'effet volume de la VAN et l'impact durée de la duration. De plus, il simule majoritairement un besoin en capital plus prudent, ce qui est dans notre situation, fort intéressant.

## ***B. Etude des drivers du SCR €***

*La modélisation du SCR du fonds € est plus complexe à cause des spécificités du fonds €. Il est donc nécessaire de faire des hypothèses sur l'impact des chocs financiers et techniques sur le rendement du fonds.*

### ***1. Projection des Performances du fonds €***

L'estimation de la performance du fonds € en vision Risque Neutre est plus compliqué à mettre en place, pour les multiples raisons évoquées en début de chapitre. Le fonds € utilise des outils de gestion actif/passif pour affiner les performances, et de fait, son rendement ne suit pas directement les performances du marché comme le font les Unités de Compte.

Pour les chocs financiers, la structure du passif technique restant globalement inchangée, on peut défendre l'idée que les performances du fonds € vont s'ajuster annuellement en fonction du marché financier et du taux de renouvellement du fonds €. Il faut donc modéliser cette rotation des actifs détenus et achetés au taux du marché.

*Soit  $n$  le nombre d'années pour que le fonds € se renouvelle ; ainsi, chaque année,  $1/n$  du fonds € doit être réinvesti sur les marchés financiers.*

*L'hypothèse de modélisation de la performance du fonds € à partir des années de projection est donc la suivante :*

$$\text{Taux Fonds €}_{\text{année } i} = \text{Taux Fonds €}_{\text{année } i-1} * \frac{n-1}{n} + \text{Taux Risque Neutre Marché}_{\text{année } i} * \frac{1}{n}$$

*Pour toute année  $i$  à partir de la date de projection en Risque Neutre.*

*Pour les années précédant le début de la projection en vision Risque Neutre, les performances du fonds € utilisées restent celles fournies en Management Case par la Direction des Investissements. Ainsi, pour l'année A de rupture, le « Taux Fonds €<sub>année A-1</sub> » utilisé est en Management Case.*

*Faute d'outil ALM, la modélisation du marché ne pourra être plus fine.*

Pour les chocs techniques, les hypothèses à prendre vont être plus fortes. En effet, les chocs techniques risquent de faire évoluer la duration du passif, d'impliquer des reventes soudaines d'actifs (pour faire face à un rachat massif ou un pic de mortalité ...), ... Ainsi, bien que le marché financier soit supposé inerte à ces chocs techniques propres à l'assureur, à l'inverse des performances constantes des Unités de Compte, cela va influer sur les rendements financiers du fonds €. Et faute d'algorithme ALM (et pour optimiser les temps de calcul dans l'outil de rentabilité), il faut donc trouver des alternatives.

La modélisation suivante a été choisie ; on conserve l'idée du taux de renouvellement au taux du marché comme pour les chocs financiers. On va en revanche augmenter/diminuer le taux de renouvellement en fonction de la variation des prestations à payer (Prestations = Arbitrages, Rachats partiels et totaux, Décès) par rapport à la situation centrale. En effet cette hausse/baisse des prestations à payer illustre l'impact du choc et les achats/ventes forcées sur le fonds €.

Ainsi, quand le taux de renouvellement était de  $1/n$  auparavant, il est désormais le suivant :

$$Taux\ Renouvellement = \frac{1}{n} * \left( 1 + \frac{Prestations_{Choc} - Prestations_{Base\ Case}}{Prestations_{Base\ Case}} \right)$$

*La notation ci-dessus suppose de comptabiliser les prestations positivement.*

Si les prestations sont en hausse (comme par exemple pour une situation de rachats massifs), cela va augmenter le taux de renouvellement, et le stock historique va être plus fortement soumis aux variations des nouveaux rendements.

*Cette modélisation ne permet en revanche pas de tenir compte des plus-values et moins-values latentes et des réserves de capitalisation suite aux ventes forcées d'actifs.*

## 2. Applications et Sensibilités du Driver

### a. Model Point étudié

Le « model-point » étudié sera le même que celui de la partie précédente en 100% Unités de Compte, à la différence qu'ici, il s'agira d'un produit à 100% en fonds € avec TMGA. Le TMGA est égal à 65% de la moyenne des deux derniers taux servis.

Les frais de gestion sont diminués à 0.80% - les CPA disparaissent et la clause de participation aux bénéfices est fixée à 90%. Les autres hypothèses de modélisation restent identiques.

Il a été choisi de séparer distinctement les UCs du fonds € pour éviter les différents effets de compensation et ainsi mettre en évidence les points clés pour affiner la compréhension de la modélisation des drivers. A terme, pour l'étude de drivers sur des produits multi-supports, il ne restera plus qu'à mixer les résultats obtenus (*sous réserves d'effets annexes liés aux arbitrages entre les différents fonds*).

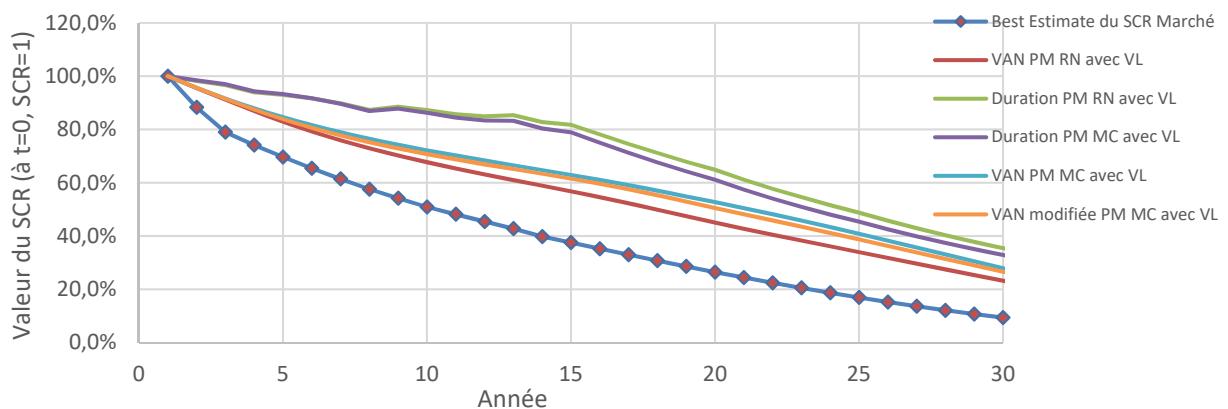
Pour ce produit Fonds €, l'impact du stochastique est beaucoup plus conséquent. Alors qu'il était inférieur à 1% de l'APE sur les UCs de la partie précédente, il atteint ici jusqu'à 10% de l'APE. Il y a donc un facteur 10 entre le stochastique sur les Unités de Compte et le stochastique sur le fonds €. Cela illustre bien la forte sensibilité de la VIF du fonds € aux scénarios financiers, avec un impact majoritairement négatif lié à la dégradation de la marge en cas de produits financiers insuffisants pour servir la garantie client et obligeant l'assureur à abandonner de la marge voire à piocher dans ses fonds propres.

### b. Résultats & Choix du Driver

Les graphiques présentés ci-après décrivent l'évolution du SCR à toutes les dates t, en fonction de sa valeur initiale à t=0. D'où un point de départ qui sera toujours à 100%.

L'analyse de la projection du SCR se focalise d'abord sur la projection du SCR Marché.

**Figure 35** - Projection des drivers du SCR Marché sur 30 ans – Driver avec VL



**Légende :** L'objectif est de simuler au mieux la courbe « Best Estimate du SCR Marché », obtenue en calculant les VIF centrales et choquées à tout pas de temps.

**Commentaires :** Les carrés rouge représentent l'évolution du « vrai » SCR Marché au cours du temps. Celui-ci est obtenu en simulant la VIF<sub>t=i</sub> pour toutes les dates i. On note d'office que les drivers avec la mention « duration » sont moins bons que les autres. Ici, le décalage entre « RN » et « MC » est plus confus.

Tous les drivers surestiment le vrai SCR Marché. Cette erreur s'explique par une interaction limitée entre actif et passif pour adapter les performances financières du fonds €. Ici, l'erreur commise conduit à toujours surestimer le SCR réel, y compris sur les model points utilisés pour réaliser différentes sensibilités. Cette surestimation a l'avantage d'être prudente, car elle aboutit à une majoration du capital à immobiliser, donc à une rentabilité estimée légèrement moindre, comme indiqué dans le tableau ci-après.

Cette surestimation et l'absence de gap significatif lié à un effet volume entre le scénario « Risque Neutre » et le scénario « Management Case », découlent directement d'une prise en compte insuffisante de la richesse du fonds € pour absorber les chocs financiers et donc de l'absence de modèle de gestion actif-passif dans l'outil de modélisation.

Ainsi, sur le scénario à estimer « Best Estimate du SCR Marché », on utilise des scénarios spécifiquement fournis par la direction des investissements où un algorithme a permis d'optimiser la richesse et les choix d'investissement pour servir la performance la meilleure possible. A côté, pour les scénarios Risque Neutre recalibrés, un taux de renouvellement est supposé constant et cela diminue plus fortement les produits financiers et met donc à mal l'hypothèse de taux de marge constante, d'où une surestimation du SCR.

**Tableau 25** : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Marché – Driver avec VL

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
<b>Qualité de la régression</b>	15.54%	19.74%	27.59%	26.13%	18.61%
<b>IRR (avec le SCR réel : 7.5%)</b>	7.3%	7.2%	6.9%	6.9%	7.1%
<b>Klight Ratio (avec le SCR réel : 96.8%)</b>	95.6%	94.8%	94.5%	94.8%	95.0%

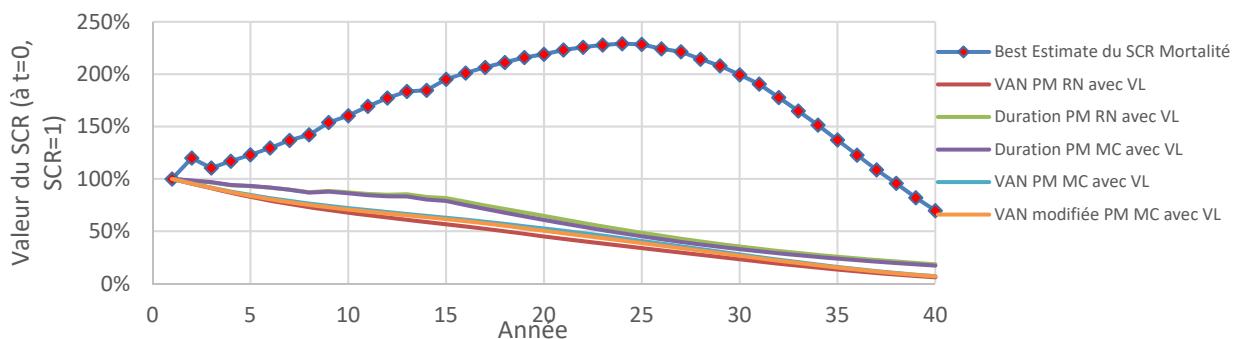
**Commentaires :** Les trois indicateurs basés sur la VAN dominent ceux utilisant la durée. Ici, la VAN de PM en Risque Neutre ressort juste devant les indicateurs Management Case, à l'inverse du SCR sur les UC. Cette inversion peut s'expliquer par l'hypothèse forte de renouvellement prise pour modéliser la vision Risque Neutre recalibrée de la performance du fonds € à partir de la date  $t=1$ .

Sur les indicateurs, on notera que l'impact rentabilité reste de l'ordre 2.

Passons maintenant à l'étude du SCR des chocs techniques. Les résultats portant sur les drivers sans VL ne seront pas présentés, car, comme pour le SCR Marché, les performances sont moindres.

### Choc Mortalité

**Figure 36 :** Projection des drivers du SCR Mortalité sur 40 ans



**Commentaires :** Comme pour les Unités de Compte, les drivers estiment très mal le choc de mortalité à cause de l'impact proportionnel de +15%. L'ajustement du fonds € en tenant compte d'un taux de renouvellement modifié n'est pas suffisant pour coller précisément au SCR à estimer.

Néanmoins, même pour le fonds €, le SCR mortalité reste secondaire par rapport au SCR Technique, avec un ratio de 3%. Ainsi, l'erreur de modélisation qui en découle, reste acceptable.

Par défaut, pour le choc de mortalité, on conserve le driver « VAN Modifiée PM MC avec VL ».

### Choc Catastrophe

**Tableau 26 :** Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Catastrophe

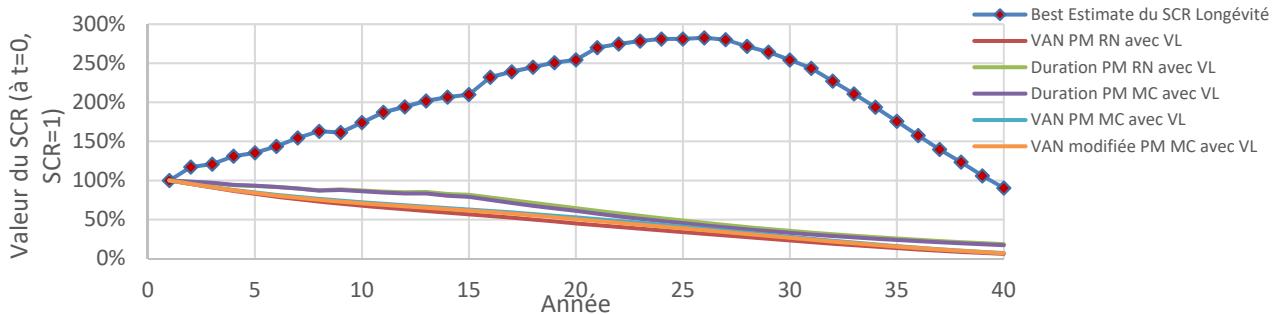
	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
Qualité de la Régression	6.04%	2.76%	26.34%	12.32%	3.44%

**Commentaires :** Pour le fonds €, le choc de Catastrophe a un impact négligeable sur les variations actif-passif. De plus, étant un choc additif, cela aide à avoir une modélisation précise du driver le plus efficace.

Les drivers les plus précis sont : « VAN PM MC avec VL » et « VAN modifiée PM MC avec VL ».

## Choc Longévité

**Figure 37 : Projection des drivers du SCR Longévité sur 40 ans**



**Commentaires :** Comme pour le choc de mortalité, on a un écart important sur l'estimation du réel SCR de longévité. Les raisons sont les mêmes que pour la mortalité et que pour les Unités de Compte : un choc qui augmente proportionnellement avec l'âge donc au fur et à mesure que le produit vieillit. Cet effet n'est pas pris en compte par les drivers calculés en vision centrale.

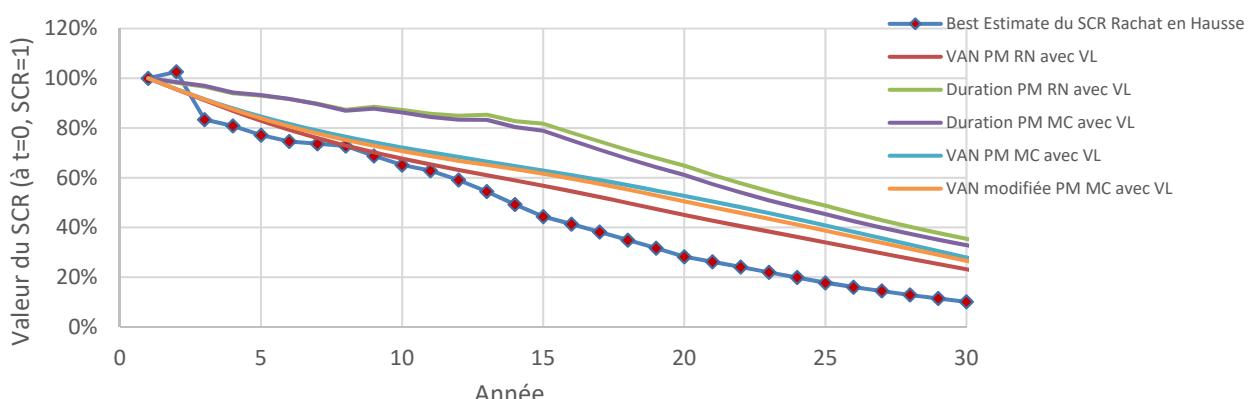
Par défaut, on conservera les drivers basés sur la VAN, en Management Case.

**Nota Bene :** Pour le fonds € également, si le SCR mortalité ou le SCR longévité est positif, alors il est capé à 0. Néanmoins, sur le fonds €, via les stratégies d'optimisation actif-passif, il est possible que les 2 chocs aient un impact du même signe.

## Choc Rachat : Housse et Baisse

Comme pour les Unités de Compte, les chocs de rachat comptent parmi les risques majeurs dans le risque technique d'un produit d'assurance-vie.

**Figure 38 & Tableau 27 : Projection des drivers du SCR Rachat à la Housse sur 30 ans – Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Rachat à la Housse**



	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
Qualité de la Régression	10.84%	13.88%	31.85%	20.94%	15.00%

**Commentaires :** Les conclusions sur les drivers du SCR de rachat à la hausse rejoignent celles formulées pour le même choc pour les unités de compte. L'effet volume est bien modélisé grâce à la VAN. La duration n'en tient pas assez compte.

**Tableau 28 :** Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Rachat à la Baisse

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
Qualité de la Régression	14.14%	18.36%	25.90%	24.33%	17.23%

**Commentaires :** Le choc de rachat à la baisse étant symétrique à celui à la hausse, les conclusions sont similaires car les effets volumes jouent dans les 2 sens.

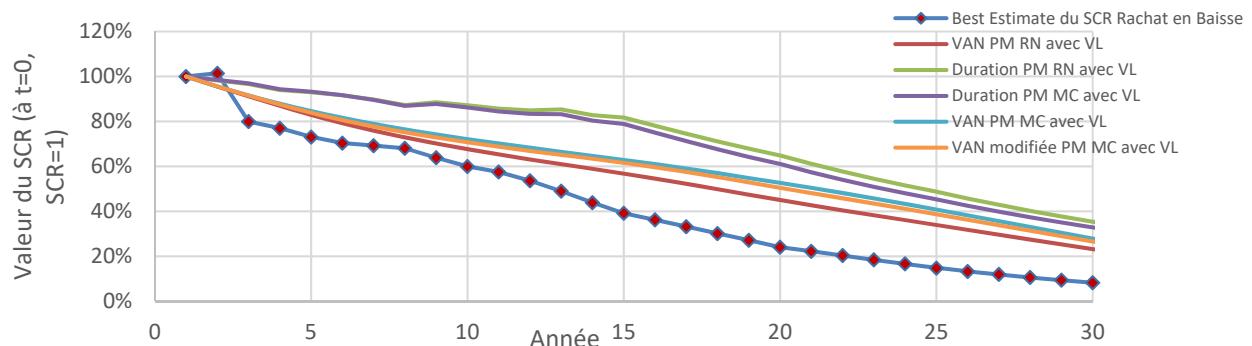
L'impact rentabilité est un peu plus conséquent que pour les Unités de compte, car la marge est plus faible sur les produits €. De fait, la couverture du SCR par la VIF est moindre, et les hausses/baisses du SCR se font plus facilement sentir. Pour le fonds €, les indicateurs de rentabilité diminuent, en cas de surestimation du SCR comme c'est le cas ici, de l'ordre de 5 à 20%, ce qui reste une marge raisonnable la plupart du temps (sachant que les drivers basés sur la VAN ne génèrent qu'une perte de l'ordre de 5 à 10%).

*A l'inverse des unités de compte, où les chocs à la hausse et à la baisse ont presque tout le temps un signe différent, ici, il est tout à fait possible, selon les stratégies actif-passif de la direction des investissements, d'avoir des chocs d'impact similaires, quel que soit le sens du choc.*

La modélisation d'un taux de renouvellement adaptatif semble convenir ici plutôt bien, car la différence entre les courbes simulées et la courbe centrale reste similaire à celle des unités de compte.

### Choc Rachat Massif

**Figure 39 :** Projection des drivers du SCR Rachat Massif sur 30 ans



**Commentaires :** Tous les SCR estimés majorent le vrai risque, mais l'évolution reste assez similaire.

Ici, le décalage avec la performance des drivers des unités de compte est parfaitement identifiable,

alors que pour les rachats à la hausse/baisse, elle ne l'était pas. Ici, la réalisation du choc au début de la projection joue un rôle crucial dans les performances qui seront servies sur le fonds €, car le rachat massif génère d'importantes plus-values et moins-values latentes dont on ne tient pas compte ici et qui vont permettre d'absorber le choc et donc de diminuer son impact. Sur les rachats à la hausse/baisse, ces effets sont lissés sur le temps, donc moins perceptibles. Il faudrait donc étudier d'autres proxys que l'ajustement du taux de renouvellement pour adapter plus précisément les performances du fonds €

Les drivers usuels dominent le classement de précision.

### Choc Coûts

Comme dans la partie précédente pour les Unités de Compte, on utilise à nouveau un estimateur basé sur les coûts.

**Tableau 29 : Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Coût**

	VAN Coûts RN avec VL	VAN Coûts MC avec VL	Duration Coûts RN avec VL	Duration Coûts MC avec VL	VAN modifiée Coûts MC avec VL
Qualité de la Régression	4.02%	1.83%	12.91%	11.39%	2.84%

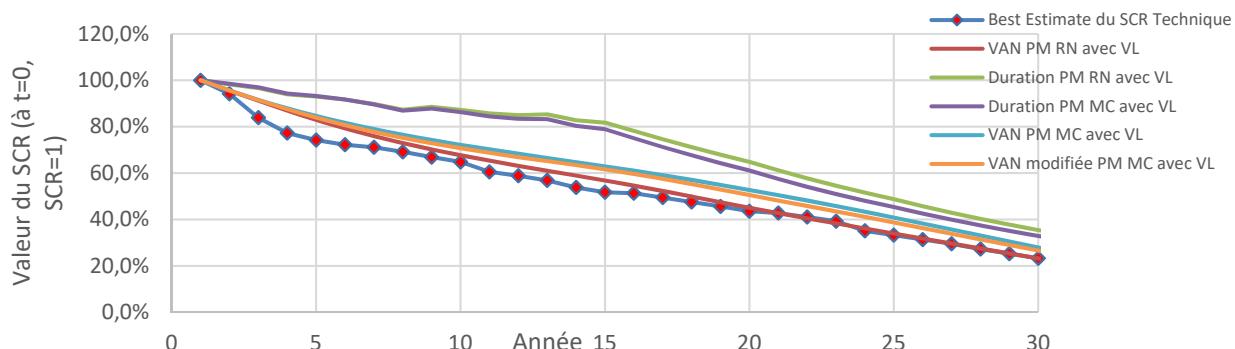
**Commentaires :** Les drivers basés sur la VAN des coûts modélisent de près le SCR à estimer. Si la PM avait été conservée en lieu et place des coûts, la qualité aurait été moindre, de l'ordre de 5 à 10%.

Le driver le plus précis est celui basé sur la VAN des Coûts en vision Management Case.

### Choc Technique au global :

Comme pour l'analyse sur les unités de compte, on agrège à nouveau les résultats des sous-chocs pour étudier à la maille globale du choc technique.

**Figure 40 & Tableau 30 : Projection des drivers du SCR Technique sur 30 ans & Comparatif des qualités de régression des drivers du SCR Technique**



	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	Duration PM RN avec VL	Duration PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
Qualité de la régression	10.09%	10.70%	15.62%	14.77%	10.48%

**Commentaires :** Alors que sur le SCR Marché, l'absence d'actif-passif générait une surestimation importante, ici, la différence est moins grande, car les écarts sur les chocs sont plus faibles, et car la diversification des chocs aide à diluer les éventuels gaps. Cela laisse supposer aussi que les hypothèses liées à la recalibration en risque neutre semblent assez intéressantes.

#### Conclusion sur les estimateurs pour le fonds € :

Cette analyse choc par choc a montré une certaine constance dans la performance des meilleurs estimateurs de chaque SCR. L'idée étant, pour simplifier la modélisation dans le fichier Excel et pour alléger les données calculées, de n'avoir qu'un seul type de driver, seule la VAN modifiée de PM en vision Management Case sera conservée.

Sans les proxys sur le taux de renouvellement pour la calibration en risque neutre et l'amélioration des chocs techniques, la performance des indicateurs aurait diminué de l'ordre de 10 à 15% pour les chocs les plus importants comme le rachat à la hausse.

#### c. Sensibilités sur les hypothèses du Model Point

Comme pour les Unités de Compte, on analyse ici la robustesse des indicateurs en fonction de différents chocs sur les hypothèses de modélisation. On utilise le même driver pour driver l'ensemble des sous-SCR (sauf pour le SCR Coûts, où la PM est remplacée par les coûts).

**Tableau 31 :** Analyse de la qualité de la régression en fonction des sensibilités sur le SCR Global

	VAN PM RN avec VL	VAN PM MC avec VL	VAN modifiée PM MC avec VL
<i>Cas Central</i>	14.45%	16.61%	16.09%
<i>Baisse des Versements de -50%</i>	15.32%	15.89%	14.79%
<i>Hausse des Versements de +50%</i>	13.87%	16.32%	14.23%
<i>Baisse des rachats de -20%</i>	16.54%	17.62%	15.46%
<i>Hausse des rachats de +20%</i>	16.23%	17.82%	15.12%
<i>Baisse des frais de gestion de -20bps</i>	17.89%	16.99%	16.41%
<i>Hausse des frais de gestion de +20bps</i>	15.01%	17.03%	16.33%
<i>Clause de Participation aux bénéfices à 85%</i>	20.06%	21.23%	20.54%
<i>Clause de Participation aux bénéfices de 100%</i>	12.02%	11.07%	10.04%
<i>Mise en place d'un TMG 1%</i>	14.44%	16.63%	16.07%

**Commentaires :** Les résultats se focalisent sur les 3 drivers principaux. Les drivers sont aussi robustes que ceux des UC, mais avec une performance légèrement moindre. Attention, on gardera bien en tête, qu'on travaille ici en vision déterministe, et que des sensibilités sur le TMG, le TMGA, la clause PB, n'impactent la VIF que via une vision stochastique. C'est pourquoi, par exemple, la sensibilité sur le TMG à 1% a un impact quasi-nul, car le taux servi est presque toujours suffisant pour permettre à l'assureur de prendre sa marge.

Le passage à une clause de PB à 85% met à mal l'hypothèse de taux de marge constant, d'où une

*qualité en baisse. A l'inverse, en passant à 100%, seuls les frais de gestion constants seront prélevés, d'où un cadre plus proche de celui des UC.*

→ L'analyse du tableau ci-dessus confirme le choix de se porter sur la VAN modifiée PM MC. Elle est aussi performante et robuste que ses concurrentes, et à l'avantage d'être dans l'ensemble plus prudente. Cela permet d'avoir un indicateur semblable pour le fonds € et pour les unités de compte.

## C. Limites

Les études des points précédents ont montré que les drivers « VAN modifiée de PM MC » et « VAN PM MC » étaient des estimateurs précis et plutôt prudents du SCR.

Néanmoins, plusieurs hypothèses ont été décidées afin d'aboutir à une modélisation simple, efficace et rapide des drivers du SCR, et de combler les absences de modèle. Il est donc important de saisir les limites de ces modélisations pour de futurs travaux plus poussés ou en cas d'études où le coût temporel serait moins contraignant.

Il a été décidé de ne tenir compte que d'une vision déterministe. Tous les impacts stochastiques ont été supposés constants.

Sur les Unités de Compte, pour l'heure, le coût du stochastique est faible, inférieur à 1% de l'APE, donc ce raccourci est secondaire. Mais aucune option des produits UCs n'a été testée, comme par exemple, la garantie plancher ou les prises de frais sur performances. Ces supports étant par définition plus volatiles, certaines situations pourraient être potentiellement mauvaises pour les résultats financiers. De plus, le rachat dynamique pourrait accroître certaines pertes financières.

Mais en revanche, pour la modélisation du fonds €, le passage au stochastique sera beaucoup plus coûteux. Dans certaines situations choquées comme une baisse de la courbe des taux, il y a fort à supposer que les impacts stochastiques seraient démultipliés. En effet, on peut difficilement supposer le taux de marge constant, que la clause de PB soit de 100% ou inférieure.

**Tableau 32** : Quelques exemples de taux nets servis au client sur le fonds € (TMG à 0%)

	Taux Brut	Clause PB	Frais de Gestion	Taux Net Servi	Marge Assureur
Variation de la clause de PB	3.00%	100%	0.80%	2.20%	0.80%
	3.00%	90%	0.80%	1.90%	1.10%
	3.00%	85%	0.80%	1.75%	1.25%
Variation stochastique du taux brut	3.00%	100%	0.80%	2.20%	0.80%
	0.50%	100%	0.80%	0%	0.50%
	-2.00%	100%	0.80%	0%	-2.00%

**Hypothèses :** La marge assureur est ici hors coûts/rémunérations sur encours. Elle ne tient compte que des frais de gestion et de la prise de marge sur la participation aux bénéfices.

**Commentaires :** Une clause PB inférieure à 100% va permettre à l'assureur d'augmenter légèrement sa marge en fonction de la performance de son fonds €. Quant à la modélisation stochastique, elle va surtout impacter fortement à la baisse le taux moyen de marge à cause de quelques rendements catastrophiques qui obligeront l'assureur à abandonner de la marge pour servir au client son taux garanti.

Le taux de marge ne pourra donc rester constant dans la vision stochastique car il dépendra à l'ordre 1 des produits financiers.

De plus, sur le fonds €, faute de modèle de gestion actif-passif, la richesse du fonds € n'est pas suffisamment modélisée, et il est beaucoup plus compliqué de tenir compte des impacts des chocs techniques sur les performances. De fait, les gains et pertes liés aux plus-values latentes, moins-values

latentes et réserves de capitalisation seront ignorés. La non prise en compte de cette richesse et l'absence d'interaction dynamique actif-passif conduisent à la surestimation actuelle du SCR par les drivers choisis, car les capacités d'absorption des chocs par le fonds € ne sont pas modélisées. Cela se matérialise déjà en vision déterministe, et pourrait être amplifié par une vision stochastique. Ces impacts stochastiques pourraient être mieux estimés grâce à des outils de calcul plus puissants.

Néanmoins, les drivers estimés et choisis manifestent une certaine robustesse aux sensibilités sur les hypothèses de modélisation. Sur les Unités de Compte, la prise en compte des limites citées précédemment ne devrait modifier que légèrement les résultats développés dans les parties précédentes, grâce à l'impact secondaire du stochastique sur les résultats financiers. Sur le fonds €, il est en revanche possible, que des travaux complémentaires aient à être menés pour affiner les drivers spécifiques du fonds €.

## D. Les Leviers de Rentabilité

Dorénavant, les calculs des drivers ayant pu être optimisés, il devient intéressant de se pencher sur les leviers pratiques et efficaces d'amélioration de la rentabilité des produits, particulièrement dans la situation actuelle de taux bas, où les marges financières des assureurs se réduisent rapidement si aucune Management Action n'est entreprise.

### 1. *Amélioration de la marge financière*

Augmenter la marge financière (hausse des frais de gestion ou baisse des commissions/rémunérations) a un impact direct, mais il est compliqué d'augmenter les frais (à cause de la concurrence) et de diminuer la rémunération (car il s'agit du salaire des agents commerciaux – et si la rémunération n'est pas suffisante, ils pourraient ne pas faire de business – surtout pour les courtiers).

Une possibilité plus « discrète » dans ce cas, et plus acceptable par le client, consiste à prendre des frais complémentaires sur performance ; c'est le principe de la clause de PB libre sur le fonds €. La performance est partagée, - dans le respect de la réglementation (85%min sous 8 ans, ...) -, entre le client et l'assureur. Plus le rendement sera élevé, et plus le client sera prêt à accepter un partage.

C'est pour cela également, qu'une clause de prise de frais de performance est en train d'être mise en place par de nombreux assureurs sur les UC. L'idée est similaire à la clause de PB libre sur le fonds €. En cas de performance positive, l'assureur conserverait X% (entre 0 et 15% selon les premiers projets) de la performance globale de l'Unité de Compte.

Exemple : l'UC fait +6% - l'assureur conserve 10% via la clause de prise de frais sur performance : la performance nette de l'UC est de 5.4% pour le client, et l'assureur, en plus des frais de gestion annuels, engrange 60bps complémentaires de marge.

Parmi les autres alternatives pour améliorer la marge financière, il est possible de supprimer les derniers contrats encore commercialisés avec des taux garantis strictement positif, ou également de passer à une garantie brute de frais.

Quelques exemples d'impact de rentabilité :

**Tableau 33 : Impact de versements complémentaires sur la rentabilité**

	NBV Margin €	NBV Margin UC	IRR €	IRR UC
<i>Model Point Central</i>	16.3%	122.4%	7.5%	38.0%
<i>Baisse des frais de Gestion de -20bps pour l'€, -50bps pour l'UC</i>	-3.5%	87.0%	0.3%	27.3%
<i>Hausse des frais de Gestion de +20bps pour l'€, +50bps pour l'UC</i>	35.0%	155.1%	9.9%	49.3%
<i>TMG à 1% sur le fonds €</i>	8.5%		6.9%	
<i>TMG à 2% sur le fonds €</i>	-40.4%		2.8%	
<i>Clause PB diminuée à 85%</i>	31.9%		17.4%	
<i>Clause PB augmentée à 100%</i>	-16.8%		-3.6%	

**Commentaires :** Les variations sur le montant des frais de gestion impactent fortement les indicateurs de rentabilité car ils font directement varier la marge financière. On voit ainsi que l'assureur ne peut plus diminuer fortement ses frais de gestion afin de proposer une offre très attractive et concurrentielle au client. Les leviers de rentabilité et d'attractivité marketing doivent donc être trouvés ailleurs.

De manière similaire, la clause PB modifie directement le taux de marge et influe ainsi sur la rentabilité du produit. Le produit est ici modélisé dans le cas central avec une clause PB à 90% sur le fonds €.

Les sensibilités sur les TMG jouent en revanche surtout d'un point de vue stochastique avec la TVOG, le cas central déterministe restant suffisamment performant pour fournir les rendements nécessaires pour se rémunérer. L'IRR arrive à rester positif, car étant évalué en vision Management Case, il se base sur des taux suffisamment élevés, et des cash-flows annuels uniquement dégradés par la TVOG. Mais la libération annuelle des capitaux immobilisés excédentaires suffit à obtenir un taux de rendement interne (=IRR) positif. Dans le cas de la clause PB à 100%, en revanche, l'IRR reste négatif car la marge déterministe est trop faible dès le début.

L'augmentation de la marge financière est le levier le plus intuitif mais souvent peu apprécié par le client sauf si le produit est très performant. Cependant, il existe de nombreux autres leviers. Dans la suite, on supposera que le produit est rentable (le cas échéant, 2 possibilités : soit les gains complémentaires permettent de le rendre rentable – soit il suffit d'inverser les conclusions)

## 2. Diminuer les rachats (totaux et partiels)

**Comment** : via par exemple des bonus de fidélité (et ça dépendra aussi de l'évolution fiscale)

**Quel(s) impact(s)** ? La diminution des rachats aurait un double effet positif.

Tout d'abord, moins de rachat signifie plus d'encours en stock. De fait, les coûts et frais généraux sont plus facilement amortis/couverts, et la rentabilité annuelle est meilleure.

**Tableau 34** : Impact d'une variation des rachats sur la rentabilité

	NBV Margin €	NBV Margin UC	IRR €	IRR UC
<i>Model Point Central</i>	16.3%	122.4%	7.5%	38.0%
<i>Baisse des rachats de -20%</i>	29.6%	148.6%	8.1%	40.8%
<i>Hausse des rachats de +20%</i>	7.4%	100.8%	4.5%	34.9%

**Commentaires** : Les taux annuels de rachat sont diminués ou augmentés de 20%. L'impact sur la rentabilité est direct ; en cas de baisse des rachats, le ratio « Epargne vs Coûts » augmente et la marge augmente via la dilution des coûts fixes. A l'inverse, si les rachats sont en hausse, les coûts fixes sont plus fortement pondérés et dégradent la marge financière.

Le deuxième effet ne peut être modélisé ici faute d'outil de gestion actif-passif, mais il serait inclus dans les scénarios qui seraient fournis en cas d'évolution des rachats.

En effet, il y a un impact du côté de la gestion des actifs. En diminuant les rachats, la durée de vie du contrat moyen va augmenter, et de fait, le gestionnaire d'actifs va pouvoir investir sur des produits financiers de plus long-terme. Or, l'horizon d'investissement est théoriquement corrélé avec les rendements servis. Ainsi, les mois/années gagnés sur la durée de vie du contrat vont permettre d'aller chercher des performances plus attrayantes. Le phénomène inverse peut se produire en cas de hausse des rachats. De fait, la rentabilité sera sous-estimée en cas de baisse des rachats, et surestimée en cas de hausse des rachats, si la direction des investissements suit une stratégie d'adéquation des durées actif/passif.

Ces performances plus élevées revalorisent plus fortement les encours sur lesquels des frais sont

prélevés, et permettent également de prendre plus facilement des frais sur performance et autres frais de gestion.

Ainsi, une diminution des rachats est un levier doublement intéressant

### 3. Favoriser les versements libres ou périodiques

Si empêcher une certaine clientèle de racheter est impossible, il faudra dans ce cas focaliser ses efforts sur la clientèle en stock en essayant de dynamiser la collecte post-souscription, en contactant régulièrement le client, ou via par exemple des bonus de fidélité ou des taux garantis sur les versements. Dans le cas de versements périodiques (surtout sur les produits de rente), il est également possible d'offrir par exemple le 13<sup>ème</sup> versement mensuel.

Cette augmentation de l'épargne permettra de diluer plus amplement les coûts fixes et améliorera donc la marge du produit.

Cela se répercute par exemple par une hausse de la NBV Margin (dans la mesure où le produit est positivement margé).

Concernant l'IRR, sa valeur dépendant également de la forme de la courbe de Cash-Flows, il sera à la hausse la plupart du temps, mais dans certains rares cas, l'impact pourrait être à la baisse malgré une NBV Margin à la hausse. En effet, d'importants versements libres les premières années peuvent augmenter le besoin en immobilisation de capital, ce qui renforce le strain initial et dégrade donc l'IRR malgré une meilleure libération du capital les années suivantes.

**Tableau 35** : Impact des versements sur la rentabilité

	NBV Margin €	NBV Margin UC	IRR €	IRR UC
<i>Model Point Central</i>	16.3%	122.4%	7.5%	38.0%
<i>Baisse de la prime initiale : -50%</i>	14.2%	110.9%	5.5%	30.7%
<i>Hausse de la prime initiale : +50%</i>	17.3%	137.1%	9.9%	43.7%
<i>Suppression des Versements Libres</i>	7.2%	72.0%	4.2%	31.4%
<i>Hausse des Versements Libres : +60%</i>	28.4%	143.6%	10.9%	42.2%

**Commentaires :** En diminuant l'encours (via une baisse des primes ou une baisse des versements), la rentabilité décroît, car les coûts fixes sont moins dilués. Le raisonnement fonctionne également en sens inverse, en cas de versements plus importants.

Dans certains cas spécifiques, dans la situation opposée de ce qui a été présenté ci-dessus, il se peut qu'une hausse des primes engendre une baisse de la NBV Margin et une hausse de l'IRR. Cela se passe si la part variable des coûts d'acquisition est plus élevée que le ratio  $\frac{\text{Part Fixe des coûts d'acquisition}}{\text{Prime initiale}}$ . La NBV Margin se dégrade donc légèrement, mais le taux de rendement interne augmentera tout de même, car sur le long-terme, d'un point de vue rendement, si la marge est positive, une hausse de l'épargne a toujours un impact positif.

➔ D'un point de vue plus global, augmenter les versements permet également à l'assureur d'être plus régulièrement en contact avec l'assuré. De fait, l'assureur aura une meilleure connaissance de son client et de ses besoins, et à défaut de déboucher sur des versements complémentaires, ces contacts pourraient permettre de vendre d'autres produits d'assurance dans les domaines du IARD, de la santé ou de la dépendance par exemple. Ainsi, c'est la rentabilité générale de l'assureur qui s'améliorerait.

#### 4. Encourager l'investissement dans les UC et autres supports moins coûteux en capital

Ce point-là est particulièrement intéressant pour l'assureur, mais il devra prêter attention au devoir de conseil, point sur lequel le régulateur fait particulièrement attention. Vendre un produit 100% UC sur des actions américaines à une personne âgée de 85 ans, sans connaissances financières et avec une faible épargne, est politiquement incorrect.

Les UCs sont moins coûteuses en capital pour l'assureur, grâce à l'absence de garantie de revalorisation. La majorité du risque est portée par l'assuré. De fait, le coût en capital est bien moins élevé. Cela reste vrai, si la marge UC reste tout de même suffisante, i.e., supérieure à celle de l'€, en tenant compte du coût du capital ! En effet, si l'assureur marge moins sur l'UC que sur l'€ même en tenant compte du capital, dans ce cas, l'intérêt financier de l'UC pour l'assureur serait moindre.

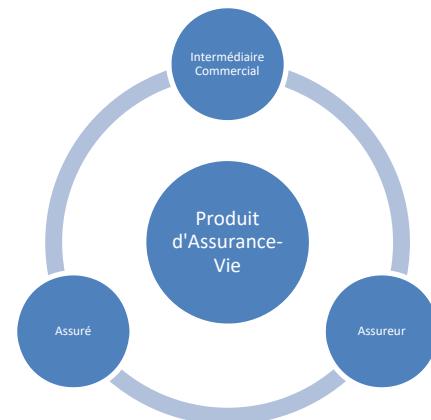
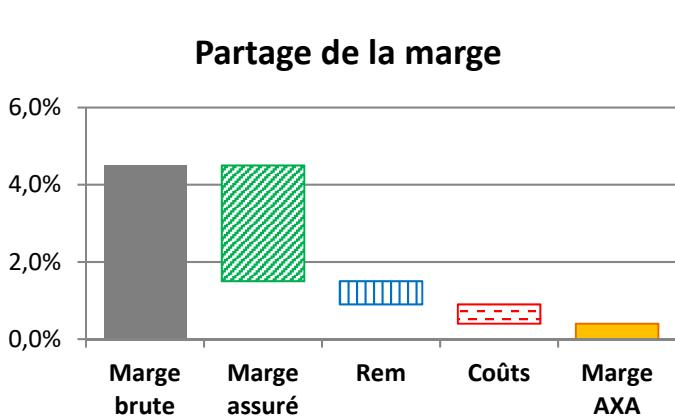
Usuellement, l'espérance de rendement étant meilleure, les Unités de Compte prélevent plus de frais de gestion que les habituels fonds €.

Cette meilleure rentabilité est également illustrée par les exemples précédents où la rentabilité des Unités de Compte est meilleure, ou, à minima, beaucoup moins sensible aux chocs et à l'impact d'une modélisation stochastique.

#### 5. L'équilibre tripartie et la réussite commerciale du produit

Un contrat d'assurance-vie fait appel avant tout à 3 acteurs principaux : l'assuré, l'assureur et l'intermédiaire commercial. La rentabilité du produit dépendra d'eux 3.

Figures 41.A – 41.B : Partage de la marge – Relation triangulaire



**Commentaires :** La performance des actifs est donc partagée entre les ensembles des acteurs : l'assureur et ses salariés, l'agent et l'assuré. La rémunération sur encours va à destination de l'agent commercial ; l'assuré touche la performance nette des divers frais et chargements ; l'assureur touche le complément mais en dépense une partie pour payer ses divers coûts (immobilier, salaires, ...) pour conserver une marge finale qui est espérée positive afin de distribuer des dividendes à ses actionnaires ou de pouvoir réinvestir dans de nouvelles voies de développement de l'entreprise.

L'équilibre entre les 3 acteurs est essentiel pour la réussite commerciale du produit. Si les intérêts

de tous convergent, alors la vente du produit sera facilitée, le client sera intéressé à épargner plus fortement, l'assureur couvrira l'ensemble de ses frais, et le régulateur validera sans problème le produit.

- ➔ Ainsi, les leviers de rentabilité sont donc nombreux et chaque assureur jonglera entre ces multiples alternatives pour trouver la solution la plus convenable, pour lui, sa clientèle et ses intermédiaires.

## Conclusion Générale

Dans le cadre de ce mémoire, la méthodologie de calcul de la rentabilité d'un produit d'assurance-vie a été étudiée, en se focalisant par la suite sur l'optimisation de l'estimation du Solvency Capital Requirement et sur les leviers de rentabilité.

La réglementation Solvabilité 2 a profondément bouleversé le marché de l'assurance-vie, via le chiffrage économique et non plus proportionnel des risques auxquels fait réellement face le produit d'épargne. Les problématiques d'allocation d'actifs sont désormais beaucoup plus prises en considération, car la volatilité et les rendements de long-terme peuvent influer fortement sur l'immobilisation en capital nécessaire pour commercialiser le produit tout en assurant la solvabilité de l'entreprise.

Grâce à une première analyse fine similaire à celle sous Solvabilité 1, à savoir l'analyse de marge, puis grâce à l'utilisation de la méthode de projection dans la projection, une estimation précise des drivers du SCR a pu être menée et a abouti à des résultats intéressants malgré quelques hypothèses parfois contraignantes.

Ainsi, le driver le plus adéquat est donc le driver « VAN de PM corrigée », basé sur le produit entre une provision mathématique en vision Management Case et une duration estimée en risque neutre. Ce judicieux mix mélange au plus juste l'évolution des premières années avec la prise en compte des versements libres et les performances de marché, et les rendements futurs en vision risque neutre où la provision mathématique s'écoule au rythme du taux sans risque.

Les différentes sensibilités sur les versements, les rachats, l'allocation, ... ont montré une certaine fiabilité de ce driver. La « VAN de PM corrigée » semble donc une piste intéressante à creuser lors de travaux futurs sur la modélisation stochastique, particulièrement sur les conséquences sur le fonds €. Les premières intuitions mathématiques semblent confirmer que ce driver resterait intéressant, mais seuls des tests poussés, avec les outils de modélisation ALM adéquats et différents tests en vision stochastique, permettront de confirmer ce premier choix.

L'étude de l'optimisation des drivers du SCR a également été l'occasion d'approfondir les leviers de rentabilité d'un produit d'assurance-vie. De nombreuses possibilités existent, certaines plus现实的 than d'autres, pour défendre la marge financière comme limiter les rachats, augmenter les frais ou encore encourager les versements complémentaires. Limiter les besoins en capitaux sera également un levier efficace.

De plus, dans le cadre d'une assurance plus citoyenne, plus responsable, un élément crucial de l'analyse sera l'équilibre de la relation triangulaire entre l'assureur, l'assuré et l'agent général. Satisfaire les attentes de ces trois acteurs sera un facteur-clé dans la réussite commerciale du produit.

## Bibliographie

- Documents ACPR :  
« Orientation Nationales Complémentaires aux Spécifications Techniques pour l'exercice 2013 de préparation à Solvabilité 2 » - 2013  
« Analyses et Synthèses – Revalorisation 2016 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante épargne et retraite individuelle » n°84 – Juillet 2017
- Eling et Kiesenbauer (2011) : « What Policy Features Deterine Life Insurance Lapse »
- Milhaud et al. (2011) : « Lapse risk in life insurance : correlation and contagion effects among policyholders' behaviors »
- Dao D. (2015) : « Projection du SCR à la maille produit et impacts sur la rentabilité d'un contrat épargne »
- Dubois Astrid & Sylvain Mollet – « Pilotage de la Participation aux Bénéfices sur la durée de vie d'un produit »
- Rapport Berger-Lefebvre sur l'épargne financière et sur les besoins de financement de l'économie, remis aux ministres Pierre Moscovici et Bernard Cazeneuve, le 2 avril 2013

## **Internet :**

- *Chiffres étude Ipsos-FFA :*  
[www.ipsos.fr/decrypter-societe/2017-03-30-francais-l-epargne-et-l-assurance-vie](http://www.ipsos.fr/decrypter-societe/2017-03-30-francais-l-epargne-et-l-assurance-vie)
- *Site de la Fédération Française des Assurances :*  
[www.ffa-assurance.fr](http://www.ffa-assurance.fr)
- *Site de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution :*  
[www.acpr.banque-france.fr](http://www.acpr.banque-france.fr)
- *Site de l'Eiopa – Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles :*  
[www.eiopa.europa.eu](http://www.eiopa.europa.eu)
- *Cercle de l'Epargne :*  
[www.cercledelepargne.com](http://www.cercledelepargne.com)
- *Site de l'Argus de l'Assurance :*  
[www.argusdelassurance.com](http://www.argusdelassurance.com)
- *Site de CBanque :*  
[www.cbanque.com](http://www.cbanque.com)



# Note de Synthèse

## *Rentabilité d'un produit d'Assurance-Vie*

### *Projection du SCR & Mise en évidence de leviers de profitabilité*

#### **Mise en contexte**

La rentabilité des produits d'assurance-vie est un élément clé de la bonne santé financière des assureurs et donc de l'épargne française. De fait, l'environnement de taux bas oblige les assureurs à trouver de nouveaux leviers de rentabilité. Ce sujet financier est au cœur des orientations stratégiques décidées par les instances managériales, sur les objectifs de production du marché (lancement de produits, affaires nouvelles et versements complémentaires) et d'arbitrages réalisés sur le stock (tout en respectant le devoir de conseil).

Pour chiffrer la rentabilité, les produits d'Assurance-Vie ayant des échéances de long terme, il n'est pas possible d'utiliser des indicateurs financiers uniquement annuels. Il est nécessaire d'employer des indicateurs prospectifs, analysant les flux financiers sur l'ensemble de la durée de vie du contrat, comme la NBV (« New Business Value » = Valeur estimée du nouveau Business de l'année) ou le TRI (Taux de Rendement Interne = « IRR » en anglais = « Internal Rate of Return »).

Cette estimation financière nécessite de nombreuses informations sur l'assureur et les comportements moyens du client (rachats, versements, arbitrages, ...), et également, d'établir les besoins en capitaux de chaque produit. Cette étape est la plus coûteuse du point de vue du temps et de la complexité, car il s'agit d'estimer l'exposition du produit à chaque risque financier (choc action, choc de taux, ...) et technique (choc de mortalité, de longévité, ...), en fonction des caractéristiques de l'assureur et des clients. Ce calcul peut être fait soit de manière déterministe, de façon analogue à la formule standard Solvabilité 2, soit de manière stochastique afin d'évaluer précisément les risques et d'en connaître la dispersion.

#### **Analyse financière d'un contrat d'assurance-vie**

Les résultats statutaires annuels d'un assureur se divisent en de nombreux éléments.

Tout d'abord, sont comptabilisés les flux positifs, avec les chargements d'acquisition, les frais de gestion, clause de participation aux bénéfices et autres frais plus spécifiques.

Ensuite, sont ôtées différentes dépenses ; les commissions et rémunérations qui financent l'activité de l'agent d'assurances ; les coûts matérialisent les dépenses de l'assureur comme les coûts de gestion des contrats, les payes des salariés, les frais immobiliers, etc. ; le coût lié à l'immobilisation du capital nécessaire à la solvabilité de l'assureur ; les impôts.

Cette chronique de flux financiers est à la base des indicateurs de rentabilité. En étant le coût du capital, les impôts et les dépenses liées à l'acquisition du nouveau business, la VIF = « Value of Inforce » = « Valeur du portefeuille » est simulée et est au cœur des calculs des besoins en capitaux.

#### **Solvabilité 2**

La réglementation Solvabilité 2 entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> Janvier 2016 met en particulier, au sein du pilier I, l'accent sur la modélisation du capital de solvabilité requis, aussi appelé SCR = « Solvency Capital Requirement ». Le SCR peut être vu comme le capital cible requis pour résister à un choc majeur, choc résultant d'une exposition aux risques financiers et/ou techniques.

L'idée est de chiffrer l'impact financier sur les résultats et les fonds propres de l'assureur de l'ensemble des risques possibles, via une approche modulaire, c'est-à-dire risque par risque. Le SCR simule le capital correspondant à la VAR 99,5% à un an, permettant de limiter la probabilité de ruine à 1 an à 0,5%. Cette précision nécessite d'une part une vision précise des expositions aux risques de chaque produit, et d'autre part d'importantes capacités de modélisations et de calculs, car l'impact financier doit être quantifié sur l'ensemble de la durée de vie du produit.

Le SCR d'un choc X est ainsi défini par la différence suivante :

$$SCR_{t=i} = Vif_{choquée_{t=i}} - Vif_{centrale_{t=i}}$$

Où la  $VIF_{t=i}$  = « *Value of Inforce* » = Valeur actuelle des résultats futurs distribuables, se calcule comme :

$$VIF_j = \sum_{i=j}^{60} (Chargements\&Frais_i - Commissions\&Rémunérations_i - Coûts_i) * Taux\ Actualisation_i$$

### Démarche adoptée

Face aux impératifs Business nécessitant des réponses fiables et rapides, il faut modéliser aussi rapidement et précisément que possible, le capital à immobiliser sur l'ensemble de la durée de projection. Pour ce faire, la modélisation « Solvabilité 2 » étant coûteuse en temps de calcul, des drivers ont été mis en place pour projeter, de façon la plus rapide possible, le capital sous risque à toute date  $t$  (avec  $t>0$ ), en fonction de l'exposition initiale aux risques et des différents paramètres du produit.

Voici comment les drivers permettent d'estimer le SCR à la date  $t=i$ , en ne connaissant que  $SCR_{t=0}$  :

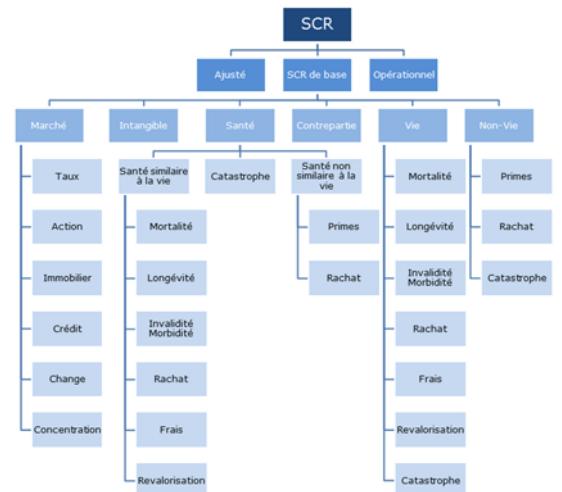
$$SCR_{t=i} = \frac{Driver_{t=i}}{Driver_{t=i-1}} * SCR_{t=i-1} = \frac{Driver_{t=i}}{Driver_{t=0}} * SCR_{t=0}$$

Le SCR correspondant à une variation des résultats financiers de l'assureur, et ces cash-flows résultant eux-mêmes de l'épargne du client, aussi appelée provision mathématique (pour représenter l'engagement de l'assureur vis-à-vis de l'épargnant), la majorité des drivers étudiés dépendent directement de cette provision.

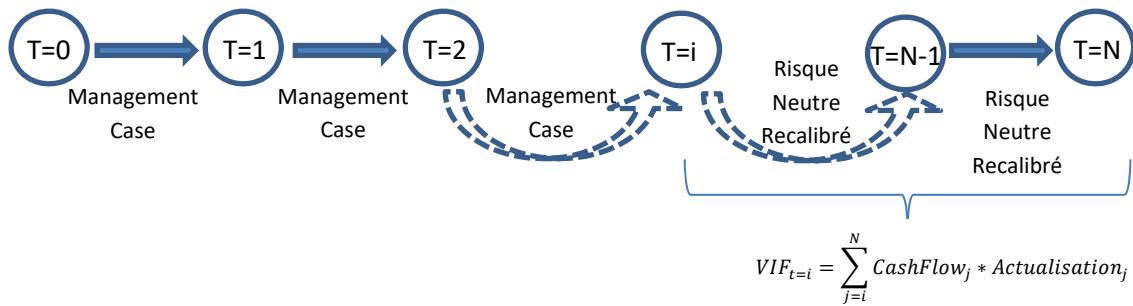
La recherche du driver adéquat, à toute date  $t=i$ , nécessite une projection des performances du scénario central en deux temps :

-Tout d'abord, entre les dates  $t=0$  et  $t=i$ , le modèle suppose une évolution selon les performances du scénario Management Case. Ce scénario représente les performances économiques espérées par les analystes financiers

-Ensuite, à partir de la date  $t=i$ , l'ensemble des scénarios financiers est recalibré en vision Risque Neutre, en fonction de la courbe de taux actualisée du Management Case en date  $t=i$ . La recalibration est nécessaire pour conserver l'hypothèse essentielle dans le calcul du SCR de la vision Risque Neutre : tous les actifs ont, en moyenne, une performance égale au taux sans risque. La métrique Risque Neutre modélise l'absence d'opportunités d'arbitrage sur les actifs financiers.



### Evaluation de la VIF déterministe en $t=i$ :



### Etude des Drivers

La recherche du bon estimateur se focalise autour de 3 drivers basés sur la provision mathématique : la Valeur Actuelle Nette (=VAN) de la provision mathématique, la durée de la PM et une VAN modifiée de PM. (Le « X » des formules ci-après indique le scénario financier utilisé, Risque Neutre ou Management Case)

>La durée correspond au temps moyen d'exposition du contrat. Cette notion fait sens dans l'étude du SCR car l'exposition au risque va évoluer similairement à la durée d'exposition du produit.

On définit la durée par la formule suivante :

$$Duration_t^X(PM) = \frac{\sum_{i>t} PM_i^X * Déflateur_i^X}{PM_t^X * Déflateur_t^X}$$

>Concernant la VAN des PM, ce driver paraît intéressant car la VIF (donc le SCR) dépend des cash-flows sur l'ensemble de la durée de vie du contrat, autrement dit de la PM pour chaque année. Ainsi, considérer la valeur actuelle des provisions mathématiques estimées sur l'ensemble de la durée du contrat semble pertinent. La VAN a l'avantage, par rapport à la PM seule, de tenir compte de la valeur temps de l'argent (une même somme dans un futur proche vaut plus que dans un futur lointain). Elle s'écrit :

$$VAN_t^X(PM) = \frac{\sum_{i>t} PM_i^X * Déflateur_i^X}{Déflateur_t^X}$$

>Un dernier driver est étudié, il s'agira de la VAN des PM, modifiée pour tenir compte de l'évolution des performances lors des premières années de projection en Management Case et de la durée en Risque Neutre :

$$VAN_t^{corr}(PM) = PM_t^{MC} * Duration_t^{RN}(PM)$$

Grâce à ce dernier driver, on a l'équation suivante qui relie 2 SCR à deux temps différents :

$$SCR_{t>0} = SCR_{t-1} * \frac{PM_t^{MC}}{PM_{t-1}^{MC}} * \frac{Duration_t^{RN}(PM)}{Duration_{t-1}^{RN}(PM)}$$

Le ratio de PM en Management Case va justement permettre de modéliser l'évolution liée à la revalorisation et aux versements libres au cours des premières années, et tiendra ainsi mieux compte de la hausse de l'assiette. Le ratio de durée tiendra compte de l'effet de durée.

### Résultats

La modélisation distincte des fonds en Unités de Compte et du fonds € a nécessité de travailler différemment selon le support étudié.

Les UC ont pu être facilement modélisées, car les hypothèses à mettre en place pour estimer les vrais risques étaient faibles. De fait, les résultats sur la précision des drivers des SCR sont bons, et permettent d'envisager avec confiance un proxy basé sur les drivers « VAN de PM » en vision Management Case ou « VAN de PM modifiée ».

Ces estimateurs simulent avec précision les SCR en vision déterministe et dominent les autres drivers régulièrement. Pour finaliser le choix, d'autres aspects, comme la surestimation du SCR qui apporte plus de prudence, ou la précision sur les SCR les plus importants, ont été pris en compte.

Ainsi, le driver le plus adéquat est donc le driver « VAN de PM modifiée », basé sur le produit entre une provision mathématique en vision Management Case et une duration estimée en risque neutre. Ce judicieux mix mélange au plus juste l'évolution des premières années avec la prise en compte des versements libres et les performances de marché, et les rendements futurs en vision risque neutre, métrique du SCR, où la provision mathématique s'écoule au rythme du taux sans risque.

Sur le fonds €, de nombreuses hypothèses de simplification et de simulation des interactions actif-passif ont été développées, pour combler l'absence de générateur de scénarios et d'outil ALM. Malgré ces approximations, la performance des estimateurs est certes moins bonne que sur les Unités de Compte, mais reste à des niveaux plus que satisfaisants. Pour l'€ également, les mêmes drivers dominent les autres, et le choix final se porte à nouveau sur la « VAN de PM modifiée ».

### **Limites de l'étude**

Il a été décidé de ne tenir compte que d'une vision déterministe. Tous les impacts stochastiques ont été supposés constants. Sur les Unités de Compte, la prise en compte du stochastique ne devrait modifier que légèrement les résultats développés dans les parties précédentes, grâce à l'impact secondaire du stochastique sur les résultats financiers.

Sur le fonds €, des travaux complémentaires sont à mener pour affiner les drivers spécifiques du fonds €. Le passage au stochastique est plus coûteux que pour les Unités de Compte. Dans certaines situations choquées comme une baisse de la courbe des taux, les impacts stochastiques risqueraient d'être démultipliés. En effet, on peut difficilement supposer le taux de marge constant, que la clause de PB soit de 100% ou inférieure.

De plus, sur le fonds €, faute de modèle de gestion actif-passif, la richesse du fonds € n'est pas suffisamment modélisée, et il est beaucoup plus compliqué de tenir compte des impacts des chocs techniques et financiers sur les performances. De fait, les gains et pertes liés aux plus-values latentes, moins-values latentes et réserves de capitalisation sont ignorés. La non prise en compte de cette richesse et l'absence d'interaction dynamique actif-passif conduisent à la surestimation actuelle du SCR par les drivers choisis, car les capacités d'absorption des chocs par le fonds € ne sont pas modélisées. Cela se matérialise déjà en vision déterministe, et pourrait être amplifié par une vision stochastique.

### **Pour aller plus loin**

Ce mémoire a donc cherché à estimer les drivers de l'exposition aux risques permettant d'optimiser la rapidité d'exécution des programmes définissant les fonds propres à immobiliser, tout en préservant la précision du calcul du capital de solvabilité. Cette optimisation permet de fiabiliser la projection des besoins en capitaux et d'accélérer les analyses de rentabilité des nouvelles affaires.

Dorénavant, il s'agit de fiabiliser les estimateurs mis en place pour projeter le capital immobilisé. Les différentes sensibilités sur les versements, les rachats, l'allocation, ... ont montré une certaine fiabilité

du driver « VAN de PM modifiée ». Ce dernier semble donc une piste intéressante à creuser lors de travaux futurs sur la modélisation stochastique, particulièrement sur les conséquences sur le fonds €. Les premières intuitions mathématiques semblent confirmer que ce driver resterait intéressant, mais seules des simulations approfondies, avec les outils de modélisation ALM adéquats et différents tests en vision stochastique, permettront de confirmer ce premier choix.

Réussir à trouver un driver prenant en compte les subtilités de la vision stochastique, tout en restant calculable de façon simple et rapide, sera un challenge important. La rapidité de calcul doit rester un critère majeur de choix, car le modèle de rentabilité étudié doit pouvoir fournir facilement des indicateurs de profitabilité afin d'être un support utile et efficace aux décisions business de la direction technique.

Par ce gain de temps, des analyses plus fines des leviers de rentabilité pour chaque produit peuvent être menées, afin d'identifier les drivers les plus pertinents à activer pour assurer la pérennité et la rentabilité des sociétés d'assurance. Dans cette optique d'identification des clés d'optimisation, la mise en place de Management Actions pour limiter les rachats, sécuriser les marges financières et encourager les versements complémentaires sera cruciale pour assurer des résultats bénéficiaires sur le long-terme. Limiter l'immobilisation de capitaux sera également un levier efficace.

De plus, dans le cadre d'une assurance plus citoyenne, plus responsable, un élément crucial de l'analyse sera l'équilibre de la relation triangulaire entre l'assureur, l'assuré et l'agent général. Satisfaire les attentes de ces trois acteurs sera un facteur-clé dans la réussite commerciale du produit.

## **Executive Summary**

### *Profitability of a life-saving product Valuation of drivers for the SCR – Improvement of the net return*

#### **Background**

The profitability of life-savings products is a key figure of the financial health of insurance companies and thus, of the French savings. The actual low-rate environment forces the insurance sector to find new leverage tools of profitability. This financial theme is the main focus of all management committees; they need to find how to manage the stock with high guarantees, how to develop new attractive and profitable offers and how to respect the European regulation "Solvency 2".

To estimate the profitability of long-term life-savings product, not only annual key performance indicators can be used, but also, long-lasting figures, to consider the cash-flows during the whole life of the product. That's why pointers like the  $NBV = \text{New Business Value} = \text{"the expected global value of the new business of one year of production"}$ , or the  $IRR = \text{Internal Rate of Return} = \text{"the expected performance rate of the product"}$  will be used.

Such a valuation requires lots of data concerning the insurance company but also about the client and its behavior: how the lapses, the arbitrages, the future payments evolve year after year, ... what is the death rate of the global portfolio, ... The calculation of the capital requirement is also needed and will have a significant impact on the global profitability indicator.

This last step concerning the capital is the most important one, but also the most expensive one: this is a long process of calculation, which requires lots of time and modelling. The risk-exposure of each financial risk (equity, real estate, interest rate ...) and each technical risk (mortality, longevity, lapses, costs ...) must be tested. A high degree of precision is thus needed. Furthermore, for more accuracy and for a better knowledge of the volatility of the financial results, stochastic models can be developed, instead of using only a deterministic view as purposed by the standard formula of Solvency 2, but this will increase the calculation time.

#### **Cash-flow analysis of a life-saving contract**

The cash-flow of a product for the insurer can be divided in several parts.

First, the positive cash-flow are based on the acquisition loadings, the financial fees, the participation to the benefits, and any further specific fees.

Then, all the expenses are considered; there are the commissions for the commercial agent; all the costs of the insurer to pay its employees, its buildings, the customer services, etc.; the expenditures due to the required immobilized capital; the taxes.

These cash-flows are the basis of all the profitability key indicators. If the cost of capital, the taxes and the acquisition expenditures of the new business are withdrawn, the  $VIF = \text{"Value of Inforce"}$  is obtained and will be at the heart of the Solvency 2 capital requirements.

#### **Solvency 2**

The Solvency 2 regulation has come into force on January 2016 1<sup>st</sup>, and its first pillar insists a lot on the modelling of the solvency capital requirement = "SCR". The SCR may be seen as the capital-target needed to hold out against a major crash. Its aim is to evaluate the financial impact on the cash-flows and

on the shareholder's equities of such a crisis. All the shocks are aggregated together considering a modular view. The SCR represents the required capital to restrict the probability of ruin over a year at 0.5%; it means that only a crisis that may happen once every 200 years could close out the firm.

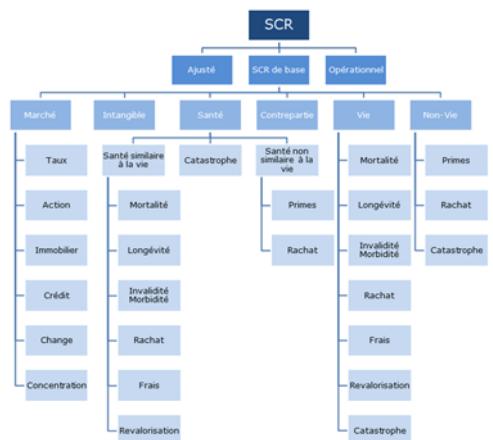
To get such an accuracy, first, a perfect understanding of the exposure of the product to every risk will be necessary. Second, major abilities of modelling and calculations will be used, because the financial gap must be precisely quantified over the whole life of the product.

The SCR of a shock X is defined by the following formula:

$$SCR_{t=i} = Vif_{shocked_{t=i}} - Vif_{central_{t=i}}$$

Where the  $VIF_{t=i}$  = « *Value of Inforce* » = the actual value of the future financial results of the portfolio, is:

#### Aggregation of each SCR, risk per risk



$$VIF_j = \sum_{i=1}^{60} (Loadings\&Fees_i - Comissions_i - Costs_i) * Discount\ Rate_i$$

#### Process

To succeed to face quickly and precisely the business requirement, it becomes necessary to model as fast and as accurate as possible, the capital needs over the whole life of the product. To solve that problem and to deal with the Solvency 2 time-consuming models, drivers have been estimated to plan the risk at each footstep  $t$  (with  $t>0$ ), based on the initial risk at  $t=0$   $SCR_{t=0}$  and on the parameters of the product.

Thanks to the following formula, the user will be able to estimate the SCR at time  $t=i$ :

$$SCR_{t=i} = \frac{Driver_{t=i}}{Driver_{t=i-1}} * SCR_{t=i-1} = \frac{Driver_{t=i}}{Driver_{t=0}} * SCR_{t=0}$$

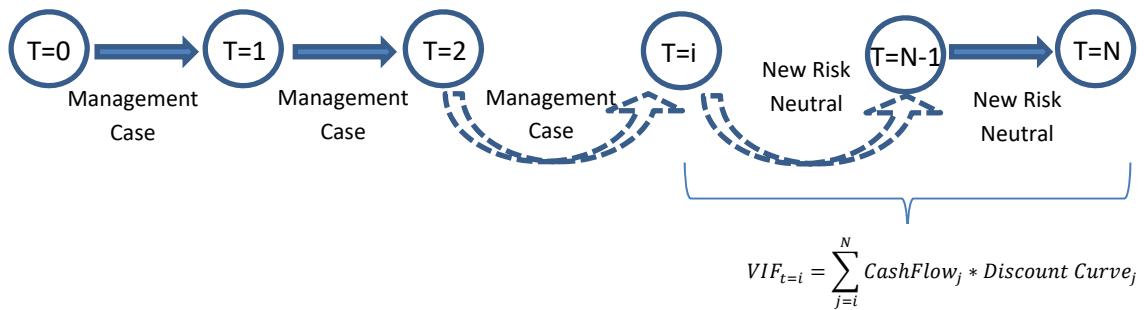
Because the SCR is the difference between two cash-flows, and because these cash-flows are based on the savings of the client (also called « technical reserve » - it represents the commitment between the insurer and the investor), most of the drivers will be based directly on this reserve.

To find the best driver, at each step  $t=i$ , it requires to forecast the financial returns of the central case in two steps:

-First, between  $t=0$  and  $t=i$ , we will consider the performances of the « Management Case » scenario. This scenario is based on the most likely returns according to the market analysts.

-Then, from  $t=i$  to the end, all the financial scenarios are calibrated according to the risk neutral theory. To create the risk neutral scenario at  $t=i$ , the free-risk curve from the Management Case scenario at  $t=i$  will be used. It is necessary to model the markets with this scenario, because it is the metric of the SCR, which is based on a view where, all the assets have, in average, a performance equal to the free risk rate. This metric models the lack of opportunity of arbitrages of the financial assets.

### Calculation of the VIF at $t=i$ :



### Drivers

The research of the best estimator of the  $SCR_{t=1}$  is based on 3 drivers using the mathematical reserve: the net actual value (=NAV) of the mathematical provision, the duration of the MP and a modified NAV of the MP. (*the "X" within the formulas indicates with financial scenario is used, Risk Neutral or Management Case*)

>The duration represents the average time of exposure of the contract. This concept makes sense for the SCR projection, because the risk exposure may evolve similarly to the exposure period.

Its formula is the following one:

$$Duration_t^X(MP) = \frac{\sum_{i>t} MP_i^X * \text{Déflateur}_i^X}{MP_t^X * \text{Déflateur}_t^X}$$

>The NAV of MP seems to be a good driver because the VIF (and consequently the SCR) depends on the cash-flow over the entire life of the contract, id est, on the reserve of each year. So, considering the actual value of the mathematical provisions over the whole life of the contract is relevant. The NAV has the advantage, that doesn't have the MP itself: it considers the time value of the money (the cash hasn't the same value today than in the future). The formula of the driver is:

$$VAN_t^X(MP) = \frac{\sum_{i>t} MP_i^X * \text{Déflateur}_i^X}{\text{Déflateur}_t^X}$$

>The last studied driver is a modified NAV of the MP. This modification aims at considering on one side the evolution of the performance during the first years with the scenario Management Case, and on the other side, the duration with the Risk Neutral scenario:

$$VAN_t^{corr}(MP) = MP_t^{MC} * Duration_t^{RN}(MP)$$

With this last driver, the  $SCR_t$  and  $SCR_{t-1}$  have a special link:

$$SCR_{t>0} = SCR_{t-1} * \frac{MP_t^{MC}}{MP_{t-1}^{MC}} * \frac{Duration_t^{RN}(MP)}{Duration_{t-1}^{RN}(MP)}$$

The ratio of MP with the Management Case scenario illustrates the evolution linked to the financial performances of the assets and the complementary deposits over the first years, and consequently, it models better the rise of the global base. The duration ratio represents the time effect.

## Results

The modelling for the Unit-Linked product is different from the one for the Time-Guarantee product.

The UL-product can be easily modelled, because the assumptions to estimate the risks are small. Consequently, the results about the accuracy of the drivers of the SCR are good, and allow to be confident on the use of a proxy based on the driver “NAV of MP” with the Management Case, or “modified NAV of MP”.

These estimators simulate with precision the deterministic SCR, and dominate regularly all the other drivers. To get to a conclusion, other aspects should be considered, like the over-estimation of SCR (which brings more caution to the results), or the accuracy on the biggest SCR.

This leads to the final choice of the “modified NAV of MP”, based on the multiplication between the mathematical provision with the Management Case view and the Risk Neutral duration. This appropriate mix targets precisely, on one side, the evolution over the first years due to the future deposits and the financial performances, and on the other sides, the future yields of the risk neutral metric used for the SCR, where the mathematical provision is upgraded according to the risk free rate.

For the €-fund, several assumptions were decided to simplify the simulation of the asset-liability management tool and to fill the lack of a generator of scenario. Despite these proxies, the performances of the indicators are, for sure, not as good as the one for the UL-product, but still stay at good levels. The same drivers continue to be the most efficient ones, and the final choice for the €-fund is once again the “modified NAV of MP”.

## Limits

The study focuses only on deterministic calculation. All the stochastic impacts are supposed to be constant. For Unit-linked product, considering the stochastic should have a minimal effect, because the financial cash-flow will only suffer from the stochastic at the second order.

For the Time-guarantee product, additional studies should be done to refine the drivers of the €-fund. The modelling of the stochastic will have a bigger impact than for the UL-product. In specific scenarios like a decrease of the yield curve, the effects of the stochastic may be exponential. The assumption of a constant margin rate could not hold longer, even with a fixed participation to the benefits at 100%.

Furthermore, always about the €-fund, because of the lack of ALM tool, the wealth of the fund isn't modelled, and it suddenly becomes much harder to well consider the impact of financial or technical shocks on the performances of the fund. In fact, the market gains and losses of the assets are ignored, and it enhances the global losses of performances. This missing richness and the very simple proxy of a dynamic ALM tool lead to an over-estimation (which is more cautious) of the SCR for every driver, because the ability of the €-fund to absorb the shocks has disappeared. It still has an impact with the deterministic model, and this could be amplified by the stochastic view.

## Going further

This report explains the evaluation of the drivers of the risk exposure. It will allow the user to increase the speed of the profitability model and of the estimation of the shareholder's equities, while preserving a quite good accuracy for the solvency ratio. This optimization enhances reliability concerning the plan of the capital requirement and boosts the profitability analysis of the new business.

Now, the work is about the reliability of the drivers used to project the capital requirement. Several

sensitivities on the deposits, the lapses, the allocation, ... have shown a great robustness about the driver "modified NAV of PM". This estimator seems to be a solution of interest for the future studies about the stochastic modelling, particularly with the €-fund. The first mathematical hunches tend to confirm the effectiveness of this driver, but only in-depth researches, with asset-liability management tools and stochastic tests, will lead to a conclusion.

Succeeding to find a driver which considers the sophistication of the stochastic modelling, and which is based on an easy and simple formula, is a great challenge. The speed of the program will be a major criterion, because the profitability model should be able to give, easily and quickly, accurate profitability indicators, to be an effective and efficient tool to help the management on major business subjects.

Thanks to this time-benefit, the researches about profitability will be more accurate, with a better focus on the leverage tools and the risks. With better information concerning the product, the market will be more confident and the sustainability of the insurer will be secured. To improve the benefits, some Management Actions like a restriction of the lapses, securing the financial margin or encouraging more investments from the investor, could be great leverages to increase the profitability and to reduce the capital requirements.

Furthermore, nowadays where the client & society's needs are more and more considered – and not only the net return –, insurers must create new well-balanced offers where all the actors of the insurance market, the client – the middleman and the insurer –, are winners. Satisfying all of them will be the key of a great business success.