



Mémoire présenté le :

**pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaire**

Par :

Mme Aminatou SARR

**Titre : *Création de valeur à travers des stratégies dynamiques
d'allocation d'actifs sous Solvabilité 2 : Modèle ALM Prophet ALS***

Confidentialité :

NON OUI (Durée : 1 an 2 ans)

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

Membre présents du jury de l'Institut des Actuariers

signature *Entreprise :*

Nom : AVIVA VIE

Signature :

Membres présents du jury de l'ISFA

*Directeur de mémoire en
entreprise :*

*Nom : M. Abdou ZAKI
ABOUBACAR*

Signature :

Invité :

Nom :

Signature :

Autorisation de

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

Signature du responsable
entreprise

Signature du candidat



Diplôme préparé: M2 science actuarielle et financière et diplôme d'actuaire

Année universitaire: 2016-2017

**CREATION DE VALEUR PAR DES STRATEGIES DYNAMIQUES
D'ALLOCATION D'ACTIFS SOUS SOLVABILITE 2 :
MODELE ALM-PROPHET ALS**

Aminatou SARR

Tuteur ISFA : Frédéric PLANCHET

Tuteur entreprise : Abdou ZAKI ABOUBACAR

Paris, le 13/10/2017

Résumé

Mots clés : *gestion d'actif-passif (ALM), modèle ALM, stratégie d'allocation d'actifs, allocation statique, allocation dynamique, Prophet ALS, « Trend Following », ratio de couverture, taux de couverture économique des engagements, Solvabilité 2, fonds propres, SCR, TVOG, PMVL, VIF.*

A la baisse des rendements due au contexte actuel historique de *taux bas* et au renforcement des *contraintes réglementaires* de ces dernières années avec l'arrivée en vigueur de Solvabilité 2 depuis le 1^{er} Janvier 2016, les compagnies d'assurance voient désormais s'y ajouter une *forte volatilité sur les marchés*, une *très faible inflation* et de réelles craintes sur le contexte macroéconomique international. Cet environnement complexe les amène à revoir l'approche traditionnelle de construction de portefeuille, à explorer de nouvelles techniques et à **considérer la maîtrise des risques comme centrale dans leur stratégie d'allocation d'actifs.**

Dans cet environnement économique complexe, le marché hautement concurrentiel en épargne ; pousse les assureurs à placer la *gestion actif-passif* comme fonction clé dans les compagnies d'assurance vie à travers la mise en place de la *stratégie d'allocation d'actifs* dans le cadre de la politique financière d'investissement de la compagnie. Par ailleurs, il est à noter que la valeur stochastique des passifs d'assurance vie est fonction de l'actuelle stratégie d'investissement et des futurs « *management actions* », d'où l'importance d'utiliser des *management-actions dynamiques* dans la **modélisation ALM.**

Dans ce mémoire, à forte connotation professionnelle, réalisé au sein de la direction de l'Actuariat Financier d'Aviva France Vie, il est question de l'étude et de l'implémentation de stratégies dynamiques d'allocation d'actifs au sein du modèle ALM implémentées sur Prophet ALS.

3 stratégies dynamiques au sein des actifs de la classe Action (actifs risqués) ont été étudiées :
Le Trend Following Action, une approche dynamique selon le ratio de couverture des engagements et une stratégie dynamique s'appuyant sur le ratio de solvabilité.

Abstract

Key words : *Asset and Liability Management (ALM), ALM model, asset allocation strategy, static allocation, dynamic allocation, Prophet ALS, Trend Following, cover ratio, level of economic coverage of the commitments, Solvency 2, Own Funds, SCR, VIF, TVOG, URGL (UnRealised Gains and Losses).*

With the decline in yields due to the current historical context of low rates and the strengthening of regulatory constraints in recent years with the coming into force of Solvency 2 since January 1st 2016, insurance companies are dealing with high volatility in the markets, very low inflation and real fears about the international macroeconomic context.

This complex environment leads them to review the traditional approach to portfolio construction, to explore new techniques and to consider risk management as central to their asset allocation strategy.

In this complex economic environment, the highly competitive market for savings; pushes insurers to place asset-liability management as a key function in life insurance societies through the implementation of asset allocation strategy as part of the company's financial investment policy. It should also be noted that the stochastic value of life insurance liabilities depends on the current investment strategy and future management actions, hence the importance of using dynamic modelling in the ALM model.

In this master thesis, with a strong professional connotation, carried out within the Aviva France Life Financial Actuarial Department, the study and implementation of dynamic strategies for asset allocation within the model ALM implemented on Prophet ALS, is at stake.

Three dynamic strategies within the assets of Equity category (risky assets) were studied: Trend Following Action, a dynamic approach based on the commitment coverage ratio and a dynamic strategy based on the solvency ratio.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier et témoigner toute ma reconnaissance à Abdou ZAKI, mon tuteur de stage, pour l'encadrement de qualité, son énergie positive, sa disponibilité et sa générosité dans le partage de ses connaissances ainsi que ses remarques pertinentes.

Je remercie également Karem MEGDICHE et Benoît DEVE, respectivement responsable de l'équipe modèle d'AVIVA Vie et directeur de l'Actuariat Financier, pour leur accueil, leurs conseils et leur intérêt pour cette étude.

Je remercie chaleureusement tous les collaborateurs du service Actuariat Financier, pour leur sympathie, leur soutien pour la rédaction du mémoire, et les échanges enrichissants tant sur le plan professionnel qu'humain.

Je pense particulièrement à Ali MAALMI, responsable de l'équipe Fonds Propres, et Florentine TSAYEM, actuaire confirmée de l'équipe capital économique vie pour leurs suggestions et leur expertise partagée dans le cadre des travaux de recherche et développement effectués durant le stage.

Enfin, je souhaite remercier vivement mon tuteur académique, M. Frédéric PLANCHET, pour sa disponibilité et ses suggestions pertinentes, ainsi que l'ensemble du corps professoral de l'ISFA pour l'encadrement et la qualité des enseignements dispensés durant ces 4 années.

Ce mémoire est dédié à ma mère, à M. Papa Moussa GUEYE, à ma famille et mes amis : Merci pour votre soutien, votre compréhension et, pour tout votre amour.

SOMMAIRE

<i>Remerciements</i>	4
<i>Introduction</i>	5
<i>Première partie : L'assurance vie et le cadre réglementaire de Solvabilité 2</i>	7
1.Actualité de l'assurance vie	8
2.Risques liés à l'activité d'assurance vie.....	15
3.Revalorisation des contrats en cours.....	15
4. Les options et garanties des contrats d'assurance vie.....	17
5.La réforme Solvabilité 2.....	17
5.1.Modèle interne vie au sein d'Aviva.....	19
5.2. Valorisation du bilan Solvabilité 2.....	24
<i>Deuxième partie : Contexte de l'étude, descriptif du modèle ALM d'AVIVA</i>	26
1. L'activité d'Aviva France Vie.....	27
2. Modélisation des entités juridiques d'Aviva France.....	27
3. Objectifs et principes du modèle ALM.....	29
4. Descriptif du modèle ALM d'Aviva France Vie.....	29
4.1 Description du processus des actifs.....	31
4.2 Description des flux de passif	45

4.3 Modélisation des interactions actif - passif.....	49
4.4 Etapes de la modélisation de la stratégie financière	52
Troisième partie : Stratégies d'allocation d'actifs au sein du modèle PROPHET ALS.....	54
1. Contexte.....	55
2. Stratégie d'allocation d'actifs.....	56
2.1 Allocation statique d'actifs.....	60
2.1.1 Allocation à l' instant initial (t=0).....	61
2.1.2 Allocation en cours de projection (t > 0).....	Erreur ! Signet non défini.
2.2. Stratégies dynamiques d'allocation d'actifs	62
2.2.2 Stratégie dynamique suivant la performance de l'indice action (Trend Following)	64
2.2.3 Stratégie dynamique selon l'augmentation du ratio de solvabilité	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4 Allocation dynamique selon le ratio de couverture économique des engagements	Erreur ! Signet non défini.
Quatrième partie : Analyse des résultats	71
1. Répartition du portefeuille d'Aviva Vie PHF au 21.10.2016.....	72
2. Définition des indicateurs de valeur	72
3. Analyse du Trend Following Action	73
4. Analyse de la stratégie dynamique selon le ratio de solvabilité.....	75

5. Analyse de la stratégie selon le taux de couverture économique des engagements	79
Conclusion.....	81
Bibliographie.....	82
Annexes confidentielles.....	83

Introduction

A la baisse des rendements due au contexte actuel historique de *taux bas* et au renforcement des *contraintes réglementaires* de ces dernières années avec l'arrivée en vigueur de Solvabilité 2 depuis le 1^{er} Janvier 2016, les compagnies d'assurance voient désormais s'y ajouter une *forte volatilité sur les marchés*, une *très faible inflation* et de réelles craintes sur le contexte macroéconomique international. Cet environnement complexe les amène à revoir l'approche traditionnelle de construction de portefeuille, à explorer de nouvelles techniques et à **considérer la maîtrise des risques comme centrale dans leur stratégie d'allocation d'actifs**.

Dans cet environnement économique complexe, le marché hautement concurrentiel en épargne ; pousse les assureurs à identifier des leviers qui permettent à la fois de maximiser les profits, de respecter les contraintes réglementaires et les engagements pris envers les assurés. Ainsi avec l'arrivée de la directive Solvabilité 2, la *gestion actif-passif* occupe une fonction clé dans les compagnies d'assurance vie à travers la mise en place de la *stratégie d'allocation d'actifs* dans le cadre de la politique financière d'investissement de la compagnie. En effet, la valeur stochastique des passifs d'assurance vie est fonction de l'actuelle stratégie d'investissement et des futurs « *management actions* ».

Ce mémoire, réalisé au sein de l'équipe *modèle ALM* de la direction de l'Actuariat Financier d'AVIVA, est dédié au changement de modélisation de la stratégie financière au sein du modèle ALM d'Aviva implémenté dans le progiciel Prophet : il est question dans notre étude d'un passage d'une *allocation statique* d'actifs à l'implémentation de *stratégies d'allocations dynamiques* d'actifs (répartition entre les différentes classes d'actifs évoluant en fonction des conditions de marché) au sein du modèle interne

d'Aviva France Vie. Ce changement s'inscrit dans une optique d'augmentation des fonds propres de l'assureur, de couverture de ses engagements et de diminution de son capital de solvabilité réglementaire.

Des politiques d'allocation qui **ne concernent que la poche action** ont été étudiées. Ces politiques, nous permettent de profiter des micro-tendances haussières des actions et de dégager des rendements tout en protégeant les investisseurs contre une baisse du marché des actions.

La première partie de ce mémoire est consacrée à l'assurance vie et à la réforme Solvabilité 2. Nous allons rappeler les éléments principaux de l'assurance vie et de la réforme Solvabilité 2 dont nous aurons besoin dans ce mémoire. En effet, la mise en application de Solvabilité 2 impacte significativement la stratégie d'allocation d'actifs des assureurs en pénalisant l'investissement important en actifs risqués puisque ces derniers requièrent un coût en capital important malgré des rendements élevés.

Dans la deuxième partie de ce mémoire, nous présenterons le contexte de l'étude à travers une description du modèle ALM d'Aviva. Nous aborderons également les différentes étapes d'une étude d'allocation d'actifs ; de la récupération des données d'actifs à l'implémentation de la stratégie dans Prophet ALS.

La troisième partie, cœur du mémoire, présente les différentes stratégies d'allocation dynamique d'actifs étudiées. Nous aborderons les stratégies de type « ***Trend Following*** », ou celles s'appuyant sur l'augmentation du ***ratio de couverture*** (rapport entre les fonds propres et le SCR) ou encore sur le ***taux de couverture économique des engagements***, défini comme le rapport entre la valeur de marché des actifs et la provision mathématique.

Enfin, la dernière partie de ce mémoire est consacrée à l'analyse des différentes stratégies dynamiques implémentées par le biais d'une étude d'impacts sur les ***fonds propres***, le ***SCR***, la ***TVOG*** ainsi que les plus ou moins-values latentes (***PMVL***).

Première partie : L'assurance vie et le cadre réglementaire de Solvabilité 2

1. Actualité de l'assurance vie

Le contrat d'assurance vie est une convention par laquelle une compagnie d'assurance ; moyennant des paiements réguliers (ou un paiement unique) qui constituent la prime d'assurance, s'engage pendant une période donnée (la durée) à accorder une prestation de garanties (capital ou rente) à l'assuré ou aux bénéficiaires que celui-ci aura désigné, *en cas de décès ou en cas de survie de l'assuré ou encore dans les deux cas pour certains contrats.*

Il existe deux types de contrats d'épargne en France qui sont définis par les supports d'investissement en fonction de l'appétence au risque de l'assuré :

- ❖ Les **contrats en euro** purs dans lesquels l'épargne est investie exclusivement sur un fonds en euros. L'allocation des actifs est déterminée par l'assureur. Par conséquent, il supporte intégralement le risque. La valeur au terme du fond est basée sur la performance d'investissement et le **taux minimum garanti (TMG)** qui permet de valoriser les sommes investies sur le fond.
- ❖ Les **contrats multi-supports** dans lesquels l'épargne est investie à la fois dans un fonds en euros et des unités de compte (UC). Pour la part investie en **unité de compte**, c'est l'assuré qui détermine l'allocation des actifs suivant son appétence au risque, le risque est ainsi totalement supporté par ce dernier. Une unité de compte désigne un support d'investissement pour un contrat d'assurance vie mono ou multi support. La valeur de la police d'assurance est liée à la valeur des unités des fonds sous-jacents, elle varie selon la performance des fonds sur le marché financier.

Poumon de l'économie française, l'assurance vie, réputée niche d'investissement préférée des Français, a réalisé une collecte nette de **600 millions** d'euros au mois de juin 2017, selon une estimation provisoire communiquée vendredi 28 juillet par la *Fédération Française de l'Assurance (FFA)*.

Au cours des six premiers mois de 2017, le montant des cotisations collectées par les sociétés d'assurances est de **67 milliards** d'euros (70,9 milliards d'euros sur la même période en 2016). Les versements sur les supports unités de compte représentent **18,7 milliards** d'euros, soit **28 %** des cotisations.

Sur la même période, les prestations versées par les sociétés d'assurance s'élèvent à **65 milliards** d'euros.

Depuis le début de l'année 2017, le montant de la collecte nette s'établit à **2 milliards** d'euros.

Pour rappel, l'année dernière à la même époque, la collecte nette était de 11,8 milliards d'euros.

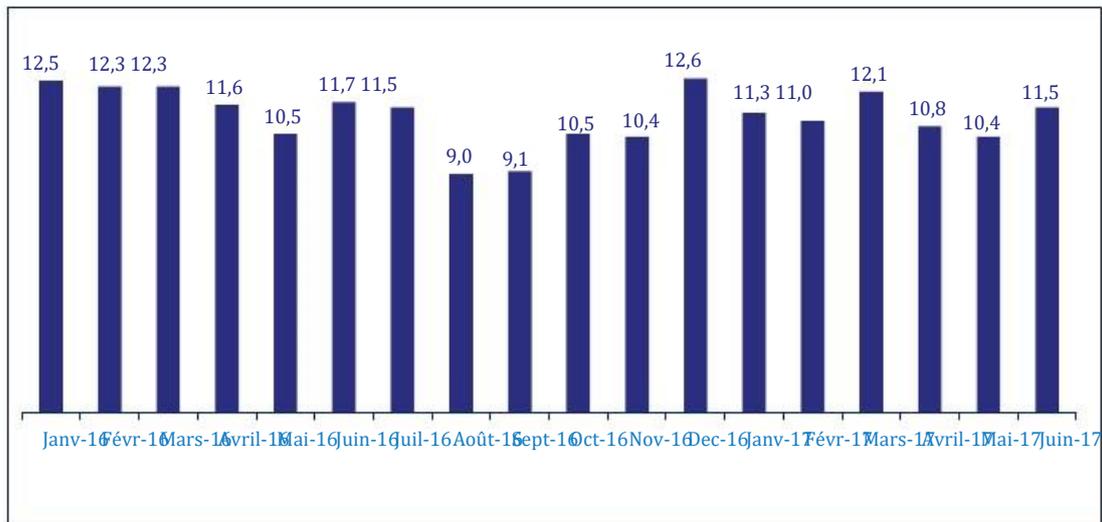
L'encours des contrats d'assurance vie (provisions mathématiques + provisions pour participation aux bénéfices) s'élève à **1656 milliards** d'euros à fin juin 2017 (en progression de 4 % sur un an).

L'assurance vie à fin juin 2017

Estimations provisoires

1. Les cotisations en assurance vie

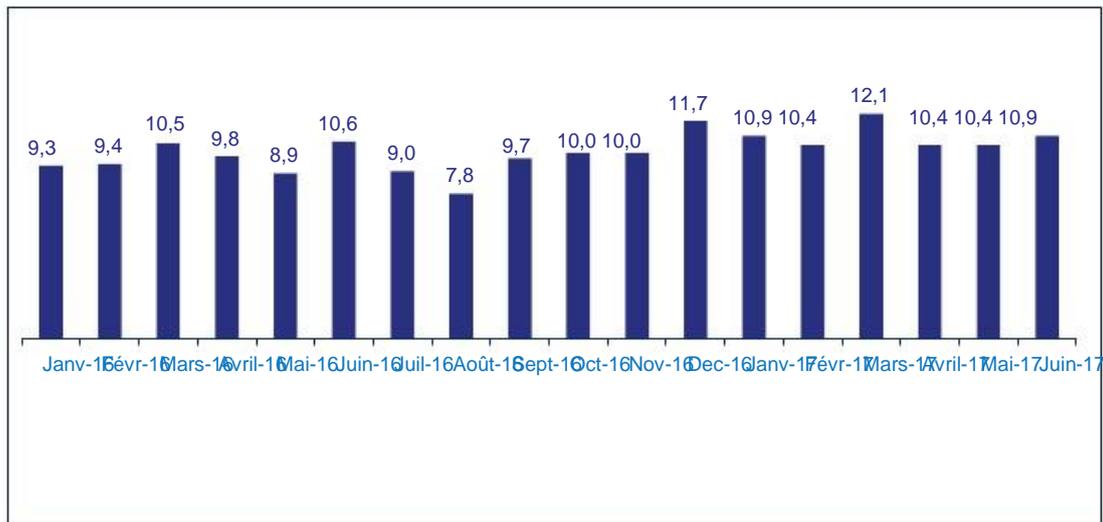
Evolution mensuelle des cotisations (euros + unités de compte)
(Estimations : vie et capitalisation - affaires directes - en milliards d'euros)



2 - Les prestations

Evolution mensuelle des sommes versées par les assureurs

(Estimations : vie et capitalisation - affaires directes - en milliards d'euros)



Afin de mieux cerner la problématique de l'allocation d'actifs ; il est important de rappeler les risques liés à l'activité d'assurance vie.

2. Risques liés à l'activité d'assurance vie

Une compagnie d'assurance vie gère deux types de risques : celui lié à ses engagements souscrits auprès des assurés incluant le comportement de ces derniers et celui qui se rattache à la gestion de portefeuille d'actifs à travers les aléas du marché financier.

Les risques financiers inhérents à l'activité d'assurance vie sont principalement le risque de taux, le risque de crédit et le risque de baisse des actions.

- ❖ Le **risque de taux** est engendré par la variation à la baisse ou à la hausse de la courbe des taux d'intérêt. Ce risque impacte principalement les actifs obligataires et les OPCVM Taux car ce sont des produits de taux. En effet, le prix d'une obligation varie de manière inverse avec l'évolution de la courbe des taux : en cas de baisse des taux, les prix des actifs obligataires augmentent et en cas de hausse des taux, les prix baissent. Le risque de taux est central pour les assureurs, c'est un risque ALM qui mesure l'impact net des évolutions des actifs et des passifs suite à une variation du niveau de la courbe des taux.
- ❖ Le **risque de crédit** provient de la sensibilité des valeurs d'actifs et de passifs à la variation du niveau ou de la volatilité des spreads de crédit correspondant à l'écart entre les taux de rendements des obligations d'entreprise et des emprunts d'Etat de caractéristiques similaires. Ce risque concerne en particulier certaines classes d'actifs obligataires. Le groupe Aviva considère les événements de crédits suivants : *abaissement de la notation entraînant une hausse du spread des obligations correspondantes, défaut et variation des spreads risque-neutres pour l'ensemble des notations d'obligation.*
- ❖ Le **risque action** est engendré par une chute du cours des actions due à la volatilité des marchés financiers.

Dans l'environnement réglementaire Solvabilité 2, la prise en compte de ces risques financiers ainsi que de leur évolution, dans le cadre de la stratégie d'allocation d'actifs au sein du modèle Prophet ALS est primordiale. D'où la nécessité d'avoir une modélisation de la stratégie d'allocation d'actifs qui soit la plus fidèle possible à la **stratégie réelle** des gérants d'actifs ou « *Asset – managers* ».

3. Revalorisation des contrats en euros

Le montant placé sur les fonds en euros ne peut pas diminuer quelles que soient les évolutions des marchés financiers. L'épargne est revalorisée chaque année d'un *taux servi* composé d'un **taux minimum garanti (TMG)** et d'une **participation aux bénéfices (PB)**.

- ❖ Le **TMG** est un engagement de *rémunération minimale* que l'assureur prend envers les assurés. Dans la plupart des contrats, le taux minimum garanti est fixé annuellement.

Selon l'**article A.132-1 du Code des assurances**, les contrats en euros doivent être valorisés d'un TMG au plus égal à *75 % du taux moyen des emprunts de l'État 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*. Pour les contrats à primes périodiques ou à capital variable, quelle que soit leur durée, ce taux ne peut excéder le plus bas des deux taux suivants : *3,5 % ou 60 % du taux moyen indiqué ci-dessus*.

Les primes perçues pour les contrats en euros par l'assureur sont investies dans le portefeuille d'actif. Or, le rendement du portefeuille de l'assureur est soumis aux aléas des marchés financiers. Il lui est impossible de prévoir sur une longue période la rémunération de ce portefeuille alors qu'il s'engage à verser un taux fixe, le taux minimum garanti, à ses assurés. En effet, l'assurance vie étant caractérisée par des engagements à long terme, l'assureur doit garantir ce taux de rendement sur une longue période.

Ce **taux minimum garanti représente donc une forte contrainte pour les assureurs.**

Actuellement, la plupart des contrats d'épargne disponibles sur le marché comportent des taux minimum garantis de 0 %. Cependant d'anciens contrats encore en portefeuille proposant des taux minimum garantis élevés (de l'ordre de 5 %) génèrent des pertes considérables pour les assureurs. En effet, avant les années 2000, les taux disponibles sur les marchés financiers étaient bien plus élevés qu'ils ne le sont aujourd'hui et les assureurs vie proposaient alors des contrats d'une durée illimitée bénéficiant de taux minimum garantis supérieurs à 5 %.

- ❖ La **participation aux bénéfices (PB)** est une obligation de l'assureur, définie dans le Code des Assurances.

En effet, d'après l'**article L331-3 du Code des Assurances**, « les entreprises d'assurance sur la vie ou de capitalisation doivent faire participer les assurés aux bénéfices techniques et financiers qu'elles réalisent, dans les conditions fixées par arrêté du ministre de l'économie et des finances ». Ces profits sont ainsi distribués à l'assuré par l'intermédiaire de la participation aux bénéfices.

Certains contrats d'assurance vie sont exclus de cette participation comme les contrats en unités de compte, les contrats PERP, les contrats branche 26 du code des assurances (collectif par points) et les contrats de retraite professionnelle.

Sur les fonds en euros, les assureurs sont tenus réglementairement de distribuer au minimum 85 % des produits financiers. Deux méthodes de distribution du résultat financier sont envisageables : soit par attribution directe aux provisions mathématiques, soit par dotation à la Provision pour Participation aux Bénéfices (PPB) avec une reprise dans les 8 ans.

La revalorisation des contrats en euros obéit à deux types de contraintes :

- **Contraintes réglementaires** : il s'agit des contraintes du minimum de participation aux bénéfices réglementaire décrites par l'**article A-331-4** du Code des Assurances. **La participation aux bénéfices réglementaire vaut au minimum 90 % des bénéfices techniques (100 % en cas de perte) et 85 % des bénéfices financiers (0 % en cas de perte).**
- **Contraintes contractuelles** : il s'agit de garanties stipulées dans les conditions générales des contrats souscrits par les assurés.

Aviva France Vie dispose en outre de la possibilité de verser aux assurés une **participation aux bénéfices discrétionnaire**, en supplément des contraintes réglementaires et contractuelles. La participation aux bénéfices discrétionnaire est liée au taux de marché et répond à des contraintes commerciales et concurrentielles afin d'éviter des rachats massifs.

4. Options et garanties des contrats d'assurance vie

Les contrats d'assurance vie sont composés d'options et de garanties cachées.

Les **options** sont des **droits** offerts aux assurés en vertu de la réglementation ou des conditions contractuelles. Les **garanties** des contrats d'assurance sont les **engagements réglementaires** et **contractuels** de l'assureur envers les assurés.

On peut citer comme exemples d'options des contrats d'assurance vie, les **rachats**, les arbitrages, les sorties en rente, le mécanisme de revalorisation etc.

Les principales garanties des contrats d'assurance vie sont **le taux technique**, **le TMG**, **la clause de participation aux bénéfices** (participation aux bénéfices contractuelle) et **la garantie plancher** pour les unités de compte.

La garantie plancher est une garantie complémentaire en cas de décès de l'assuré destinée à pallier les conséquences de cet événement qui surviendrait dans un contexte financier défavorable. Elle permet aux bénéficiaires de récupérer au minimum l'intégralité des versements effectués par le souscripteur quelle que soit la valeur des unités de compte à cette date.

Les options et garanties embarquées dans les contrats d'assurance vie constituent un coût non négligeable pour l'assureur, surtout dans le contexte actuel historique de taux bas. Ils sont pris en compte dans le modèle ALM d'Aviva. S'ils sont liés à l'environnement économique, ils sont modélisés à travers le modèle stochastique et s'ils ne sont pas liés à ce dernier, ils sont pris en compte par le modèle déterministe.

5. La réforme Solvabilité 2

Solvabilité 2 votée par le Parlement Européen en 2009, est une norme européenne, un cadre prudentiel qui est entrée en vigueur le 1er Janvier 2016.

La solvabilité se définit *comme l'aptitude, pour une entreprise, à faire face à ses engagements*. Une entreprise peut être considérée comme insolvable dès lors que la valeur de ses engagements est supérieure à la valeur de son actif.

Trois piliers définissent Solvabilité 2 :

- ❖ **Le pilier 1** qui constitue le pilier quantitatif : il a pour but de déterminer les exigences réglementaires en fonds propres en fonction de la valeur économique des risques à l'aide du SCR (« *Solvency Capital Requirement* ») et le MCR (« *Minimal Capital Requirement* »), ainsi que de calculer les provisions techniques en juste valeur (« *Fair Value* » en Anglais).

Le SCR est l'indicateur principal de la réforme Solvabilité 2. Il désigne *le capital permettant de garantir la solvabilité d'un assureur. Il a pour objectif de s'assurer qu'un assureur dispose de suffisamment de fonds propres pour se limiter la probabilité de ruine à 0.5% des scénarios, soit un cas sur 200, avec une prise en compte de toutes les pertes potentielles sur 12 mois.*

Ce calcul doit être effectué de manière exacte au moins une fois par an et dès que le profil de risque varie sensiblement, donc à chaque changement de modèle.

Le MCR, quant à lui, correspond au niveau minimum de fonds propres en dessous duquel l'intervention du régulateur sera automatique.

- ❖ **Le pilier 2** est un pilier qualitatif. Il évoque la gouvernance des risques, la mise en place d'un processus de gestion des risques (ORSA)
- ❖ **Le pilier 3** correspond à des exigences de « *reporting* ». Il définit un double niveau d'information : public et pour les autorités de contrôle, pour améliorer la transparence et la comparabilité de l'information prudentielle.

Dans le cadre du calcul des exigences réglementaires quantitatives : SCR et MCR (pilier 1), les assureurs ont le choix d'effectuer ces calculs en **Formule Standard** (matrice de corrélation fournie par l'EIOPA et commune à tous les assureurs) ou par le biais d'un **modèle interne** qui est mieux adapté au profil de risque de la compagnie.

5.1 Modèle interne vie au sein d'AVIVA

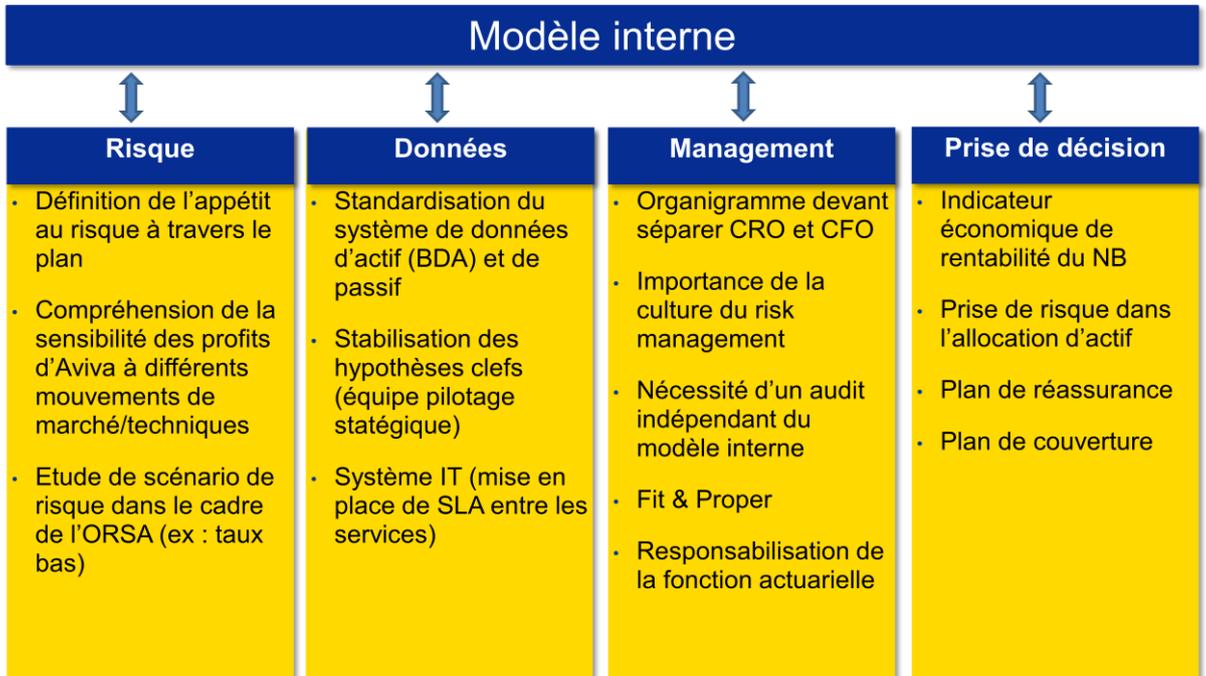
Dans le cadre de Solvabilité 2, AVIVA France Vie s'est dotée d'un modèle interne pour le calcul du SCR. Un modèle interne est plus qu'un modèle de capital : il permet à l'entreprise d'avoir une meilleure gestion de ses risques selon son profil, c'est aussi un outil d'aide à la décision.

En effet, *le modèle interne est un système de gestion des risques d'un assureur visant à analyser la situation complète des risques du bilan de l'assureur, de quantifier les risques et/ ou de déterminer le capital requis sur la base du profil de risque spécifique à l'assureur.*

2. Architecture de Solvabilité 2

Use Test

Un modèle interne est bien plus qu'un modèle de capital.



3. Un modèle interne est bien plus qu'un modèle de capital

Le calcul du capital économique vie au sein d'Aviva dans le modèle interne s'effectue en plusieurs étapes :

❖ Calibration (niveau groupe et « Business Unit » (BU)):

- La façon de faire les *stress* : chocs instantanés ou diffus, en $t=0$ ou $t=1$,
- Le coefficient de *stress*: par exemple 45.15% sur action, 24.5% sur l'immobilier.
- Les facteurs de risques : action, immobilier, liquidité, scénario particulier ou autres.

❖ Hypothèses (niveau BU):

- Les rendements des actifs, leurs volatilités
- Les taux de rachat, les taux de mortalité
- Les taux de rachat dynamique et les taux d'arbitrage dynamique.

❖ Consolidation (niveau groupe):

- Méthode matricielle
- « *Loss function fitting* »
- « *Least Square Monte-Carlo* »

❖ Modèle (niveau BU):

- Granularité actif et passif de la projection
- Horizon de projection
- Prise en compte de tous les flux ou agrégation.

Contrairement au calcul du SCR par la Formule Standard, le calcul du SCR par le modèle interne d'Aviva France Vie s'effectue d'abord par une calibration des risques d'actifs par le GSE (*Barrie & Hilbert de Moody's*) suivie d'une projection de l'ensemble des « *cash-flows* » futurs par le modèle ALM implémenté dans Prophet ALS.

Ensuite, des stress **1/200** sur le bilan économique sont réalisés : on obtient alors des **stress 1/200** sur la **Net Asset Value (NAV)** : on obtient alors des **SCR par facteur de risque (« SCR stand-alone »)**.

Et en dernier lieu, à l'aide **des fonctions de pertes calibrées sur certains points de fitting (sélection faite par le modèle ALM)**, nous calculons le SCR comme la perte sur la NAV avec les stress (NAV scénario central- NAV stressée) en agrégeant les SCR par risques (« SCR Stand-alone ») avec une matrice de corrélation fournie par le Groupe AVIVA.

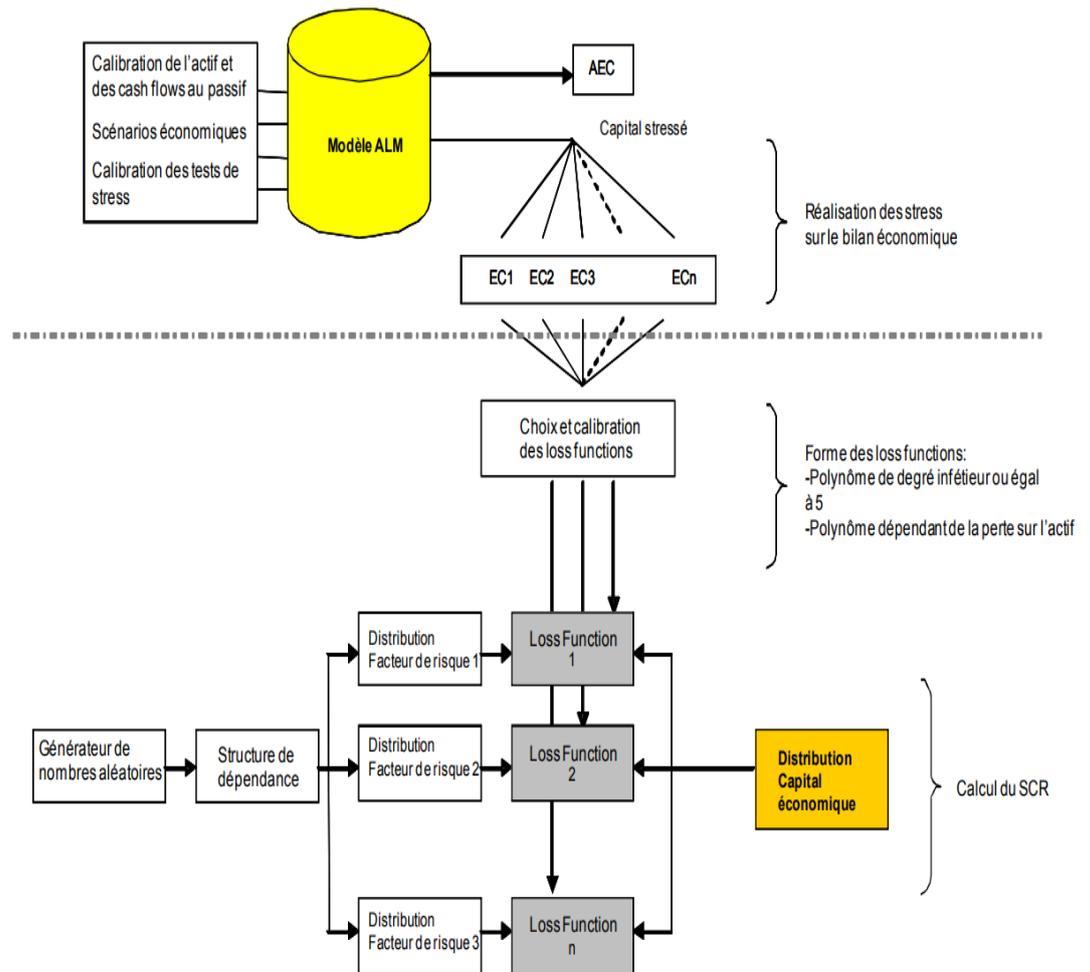
La définition mathématique la plus juste du SCR est :

$$SCR = \text{Fonds Propres } (t=0) - VaR_{0,5\%} (\text{facteur d'actualisation à } t=1 * \text{Fonds propres } (t=1))$$

Le facteur d'actualisation à t = 1 correspond au prix d'un zéro coupon sans risque de maturité 1an.

La méthodologie des fonctions de perte est une méthodologie groupe avec un outil groupe IM3 (« *Internal Model 3* ») qui permet de calibrer les fonctions de pertes polynômiales qui sont en forme de splines cubiques.

Ci-dessous le schéma présentant les blocs principaux du modèle interne d'Aviva France Vie.



4. Description générale du modèle interne d'AVIVA France Vie

Le modèle interne est composé de différents blocs, chacun ayant ses leviers spécifiques qui peuvent avoir un impact significatif sur les résultats et les indicateurs de valeurs. On distingue :

1. **Le modèle déterministe** qui prend en compte tous les contrats vendus aux assurés avec des conditions contractuelles (garanties, frais de gestion etc) dépendant des caractéristiques de l'assuré. Il y a plusieurs modèles stochastiques selon le type de business : un modèle global pour le business de l'épargne et plusieurs modèles pour la protection. Les **principaux inputs** sont les *caractéristiques du contrat, les données du souscripteur d'assurance et les hypothèses générales du portefeuille (taux de rachat structurel, tables de mortalité, etc)*.
2. **Le modèle stochastique** est utilisé pour *projeter les « cash-flows »* en tenant compte des différentes conditions économiques y inclus les scénarios économiques. Par ce mécanisme, le modèle interne **importe la volatilité du marché financier** dans les résultats. De plus, le modèle stochastique permet d'évaluer les options et les garanties embarquées dans les contrats, ces dernières ne peuvent être évaluées que par des modèles stochastiques. Ce modèle inclut toutes les options vendues à l'assuré et les *« management actions »* comme les taux cibles, les rachats dynamiques, etc.

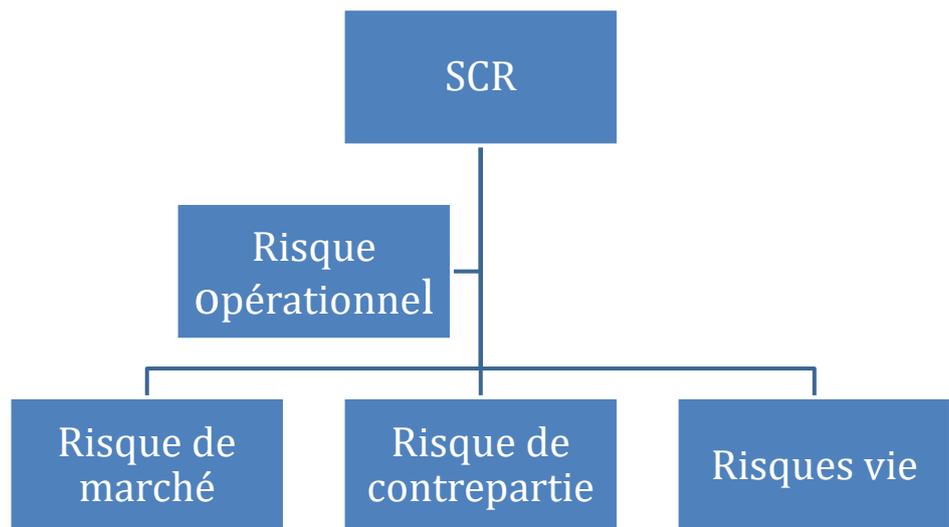
Les principaux inputs sont *les cash-flows en sortie du modèle déterministe, les scénarios économiques, les conditions initiales du bilan, les caractéristiques des options et les « management actions », les stress appliqués aux différents facteurs de risque, le taux d'intérêt etc.*

3. **Le modèle IM3** est l'outil d'agrégation de risques qui permet de simuler tout le bilan dans un horizon d'un an et de donner la distribution finale des fonds propres à un an qui débouche sur le calcul du SCR. Les **principaux inputs** sont *la distribution de chaque facteur de risque ainsi que les fonctions de perte.*

Chaque sous-composante du modèle interne repose sur de nombreuses hypothèses et des choix d'approches de modélisation qui peuvent conduire à une certaine volatilité des résultats si des options alternatives sont choisies.

Au sein du modèle interne, la répartition par facteur de risque fait de celui-ci un outil de gestion pragmatique. Notons que le capital requis pour l'exploitation du business d'Aviva France Vie intègre tous les risques du bilan de l'entreprise.

Ci-dessous le schéma représentatif de la répartition par facteurs de risques pour le calcul du SCR.



5. SCR par facteurs de risques

Chaque facteur de risque a ses sous composantes représentées dans le schéma ci-dessous.

Risque de marché	Risque de contrepartie	Risques vie
<ul style="list-style-type: none"> • Action • Actions stratégiques • Volatilité action • Taux d'intérêt (niveau, volatilité et pente de la courbe) • Risque de crédit • Inflation • Immobilier 	<ul style="list-style-type: none"> • Défaut de la réassurance 	<ul style="list-style-type: none"> • Rachats • Mortalité • Longévité • Morbidité • Frais de gestion

6. Différents risques du SCR par modules de risques

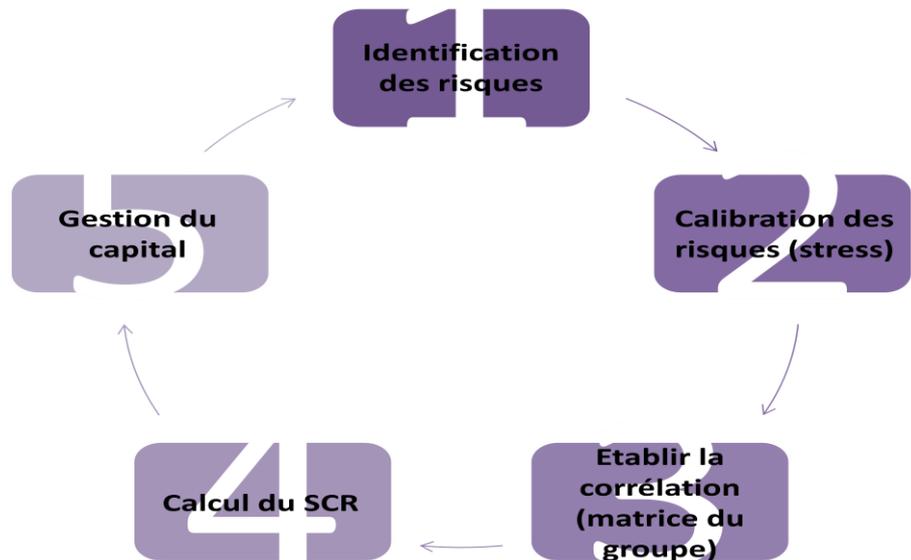
Processus de modélisation des différents risques

Il y a 4 étapes nécessaires pour avoir une modélisation complète des différents facteurs de risques.

1. *L'identification des risques*
2. *La calibration des risques*
3. *La définition de la perte pour chaque facteur de risque par le biais des fonctions de pertes*
4. *Le calcul du SCR qui est le percentile 1/200 du vecteur des pertes calculés via 100 000 scénarios différents de la distribution du facteur de risque.*

Ci-dessous le schéma illustrant ces différentes étapes du calcul du SCR :

Cycle du calcul du SCR



7. Cycle de calcul du SCR par le modèle interne

Notons que la calibration des risques au sein du modèle interne est différente de celle de l'approche par la formule standard. Pour les risques de marché, les chocs appliqués au sein du modèle d'Aviva France Vie sont en général plus conséquents que ceux de la formule standard. Par exemple pour les actions conventionnelles, un choc de **45,49%** est appliqué dans le modèle interne alors que dans l'approche standard le choc appliqué est de **41,8%**. De même, le stress appliqué sur les frais en modèle interne est plus significatif que celui de la formule standard.

5.2 Valorisation du bilan Solvabilité 2

Les grands principes pour la valorisation du bilan sous Solvabilité 2 d'une compagnie d'assurance sont les suivants :

- ❖ Les **actifs** sont valorisés en juste valeur, suivant des règles proches de la comptabilité IFRS donc à leur valeur de marché.
- ❖ Les **passifs** sont valorisés via la formule actuarielle classique en assurance vie : valeur actuelle probable des engagements de l'assureur moins valeur actuelle probable des engagements de l'assuré. Néanmoins, les hypothèses retenues pour cette valorisation ne comportent plus de marge de prudence mais sont le reflet direct des meilleures estimations de la compagnie.

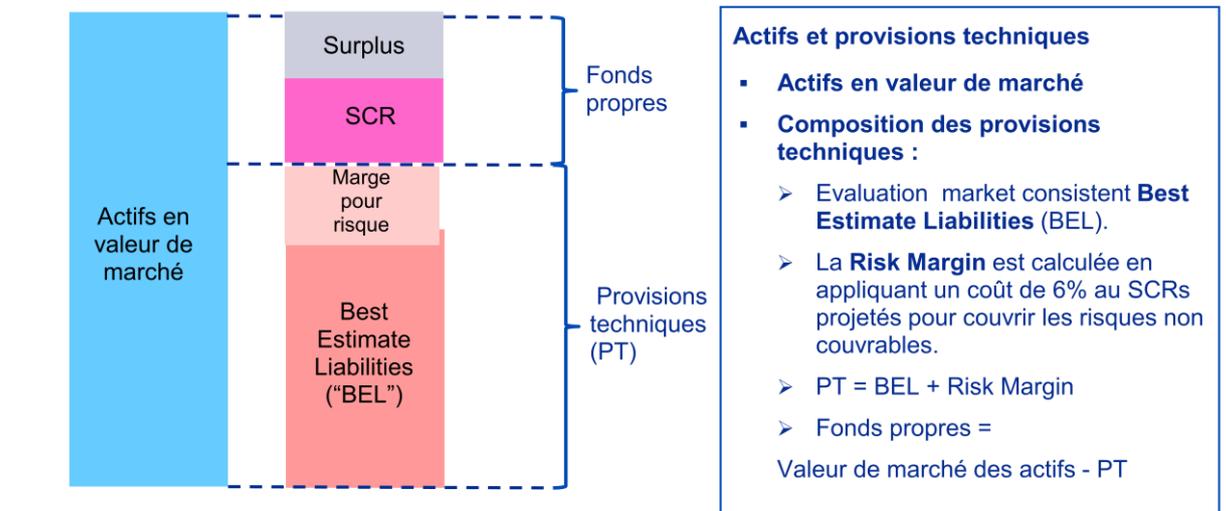
Lorsqu'un marché liquide existe, les actifs comme les passifs sont valorisés à leur valeur de marché. Sinon, ils sont généralement valorisés à l'aide d'un modèle.

Pour l'évaluation des passifs, il convient de distinguer les **risques couvrables** (réplicables) et les **risques non couvrables**. Pour les risques couvrables ie parfaitement répliquables sur un marché financier par un portefeuille de couverture, la valorisation des passifs retenue est celle du portefeuille d'actifs de couverture. Pour les risques qui ne peuvent pas faire l'objet d'une couverture sur le marché financier (non couvrables), le passif sera valorisé sur la base de la meilleure estimation faite par la compagnie (« *Best Estimate Liabilities* – BEL») à laquelle s'ajoute la marge pour risque (« *Risk Margin* »).

Notons que la majeure partie des passifs d'assurance vie présentent des risques non couvrables puisque ces derniers présentent un aléa viager.

Le bilan économique Solvabilité 2 se présente comme ci-dessus :

Bilan sous Solvabilité 2



8. Bilan économique S2 de la compagnie d'assurance

Nous allons à présent passer au descriptif du contexte de l'étude de l'allocation d'actifs en présentant le modèle ALM d'Aviva France Vie dans la deuxième partie.

**Deuxième partie : Contexte de
l'étude, descriptif du modèle ALM
d'AVIVA**

L'objectif de cette partie est de présenter le contexte dans lequel l'étude de la stratégie d'allocation d'actifs est réalisée. Pour cela, nous allons commencer par une présentation de l'activité d'Aviva France Vie ainsi que des différentes entités juridiques qui la composent. Nous rappellerons ensuite les objectifs et principes du modèle ALM et pour finir nous allons décrire le modèle ALM d'Aviva Vie ainsi que les différentes étapes de l'étude de la stratégie d'allocation d'actifs au sein du modèle ALM.

1. L'activité d'AVIVA France Vie

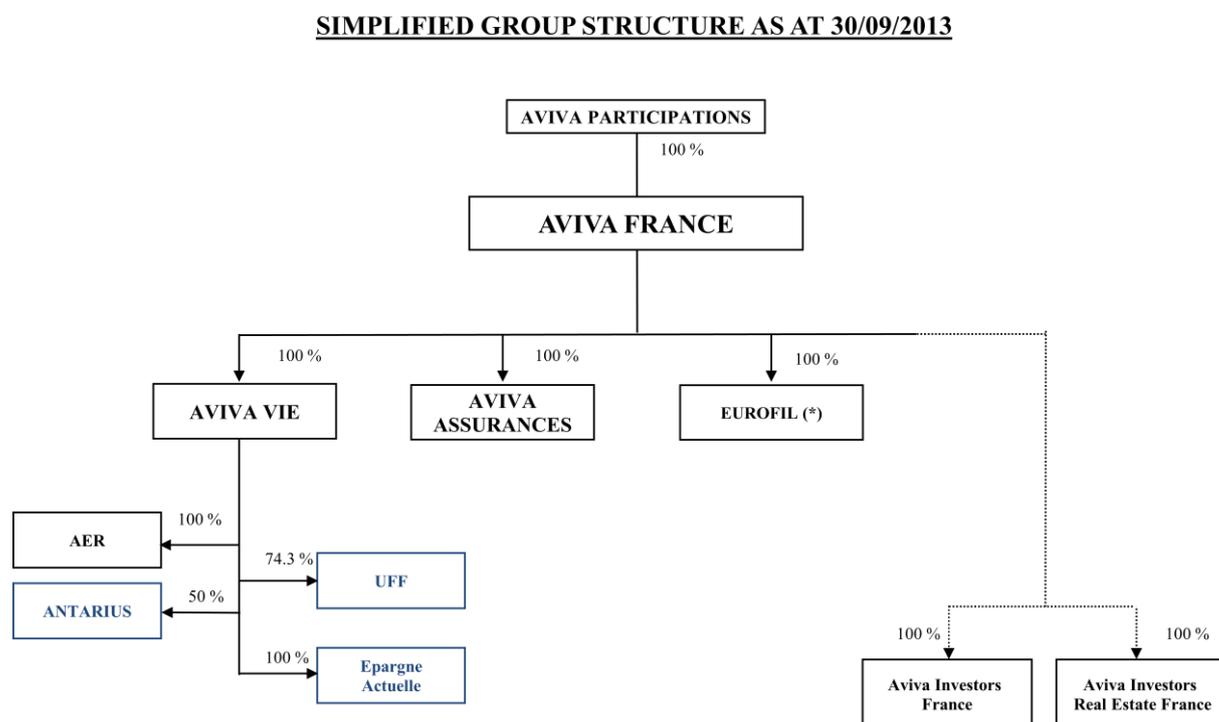
AVIVA est un groupe d'assurance international présent dans 16 pays et au service de 33 millions de clients. C'est un des principaux assureurs d'Europe et le plus important au Royaume-Uni avec un encours de 404 milliards d'euros d'actifs gérés au 31/12/2016.

Filiale du groupe Aviva, Aviva France est un assureur généraliste dont les 3 principales activités sont l'assurance, l'épargne et la protection. Aviva France est le 2^{ème} contributeur au résultat opérationnel du groupe avec une part de 16%, après la filiale UK & Irlande.

L'activité d'Aviva France est répartie selon **80% en assurance vie et 20% d'assurance dommages et santé**. Aviva France gère un portefeuille d'actifs avec un encours de 104 milliards d'euros au 31/12/2016.

2. Modélisation des entités juridiques d'AVIVA France

Le schéma suivant présente une cartographie des différentes entités d'Aviva France.



(*): to be absorbed by Aviva Assurances at end 2013 (with retroactive effect @ 01/01/2013)

9. Répartition par entités d'Aviva France Vie

Aviva France Vie regroupe les 3 entités suivantes :

- ❖ **AER** (Aviva Epargne Retraite)
- ❖ **Aviva Vie** consolidant les autres sociétés telles qu'UFF, Epargne Actuelle et quelques SCI
- ❖ **Antarius**, qui a été récemment vendue à un autre assureur en 2017.

L'entité juridique **AER** contient des contrats d'épargne individuelle et collective, de rentes et de prévoyance. Elle contient uniquement des contrats issus de la ligne de produit **AFER (Association Française de l'Epargne Retraite)**, distribués en particulier par le réseau Epargne Actuelle, les courtiers AFER et les agents généraux d'Aviva France.

L'entité juridique **AVIVA VIE** contient des contrats d'épargne individuelle et collective, de rentes, de prévoyance, de dépendance et de vie entière. Les contrats d'Aviva Vie sont distribués par l'ensemble des canaux de distribution disponibles (exemple : vente directe, courtage, agents généraux, UFF, etc.) La principale particularité de l'entité juridique « Aviva Vie » est qu'elle contient des contrats issus de la ligne de produit **AFER**. La gestion des contrats AFER d'Aviva Vie est liée à AER, par un traité de coassurance alignant les produits financiers sur l'ensemble du périmètre AFER.

Antarius est une entité juridique détenue à 50% + 1 action par Aviva Vie, le reste appartenant au Crédit du Nord. La particularité d'Antarius provient des traités de coassurance et de réassurance avec Cardif.

Cette entité ne fait plus partie du portefeuille géré par Aviva Vie.

Par conséquent, les analyses des différentes études menées tout au long du mémoire tiendront compte des 2 entités AER et Aviva Vie.

3. Objectifs et principes du modèle ALM

La gestion actif-passif plus connue sous son acronyme anglais « *Asset and Liabilities Management* » (*ALM*) est un métier qui est à la croisée des chemins de la gestion des risques et du pilotage stratégique.

En effet, l'objectif de la gestion actif-passif est de pouvoir assurer une gestion efficace du risque lié à l'évolution des taux d'intérêt, à la composition de l'actif et du passif, aux réserves de devises et à l'utilisation des instruments dérivés. Dans le cadre d'une compagnie d'assurance, la gestion actif-passif doit **contribuer aux bénéfices et limiter le risque touchant à la marge financière et aux avoirs des actionnaires.**

La modélisation ALM consiste à prévoir les passifs et les actifs à l'avenir et à établir les flux de trésorerie futurs de la compagnie d'assurance. Les actifs sont sous-jacents aux passifs. En effet, les passifs des contrats d'assurance vie possèdent des options et garanties (voir partie 1) en fonction des valeurs de l'actif dans le futur. Par conséquent, il est nécessaire pour un assureur vie de considérer les actifs et les passifs dans le même modèle pour examiner correctement l'évolution de son passif sur un horizon long-terme.

4. Description du modèle ALM d'AVIVA France Vie

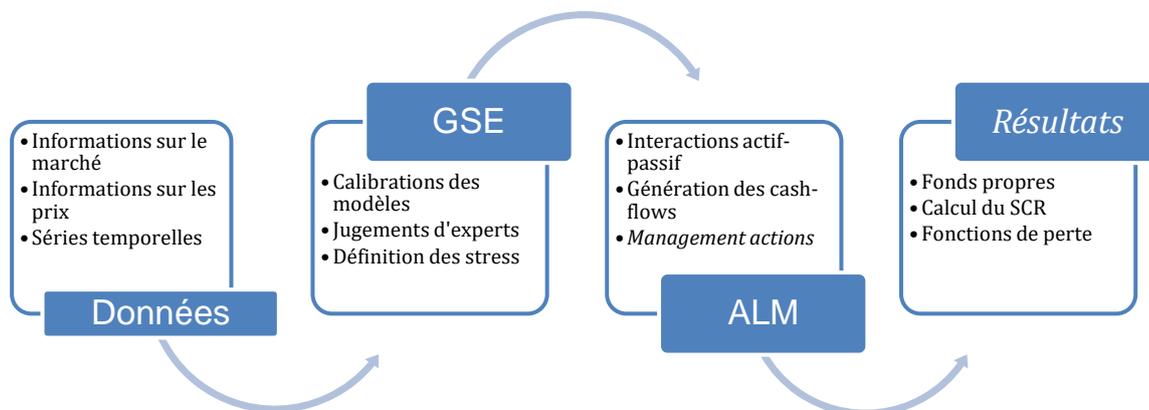
L'ALM est la base de la gestion financière d'une société d'assurance. Le modèle ALM est un outil de gestion actif-passif, dont **Piermay, Mathoulin et Cohen** ont donné une définition en 2002 :

« La gestion actif-passif consiste d'une part à analyser la couverture des engagements d'un assureur ou d'un investisseur institutionnel par les actifs dans une perspective de déroulement dans le temps. Elle regroupe d'autre part l'ensemble des moyens d'action visant à piloter le bilan de l'institution. L'absence de gestion actif-passif aussi bien au sens de l'analyse que de l'action est pour beaucoup dans les difficultés rencontrées par les assureurs et les fonds de pension au cours des quinze dernières années dans différents pays : couverture d'engagements certains par des espoirs de plus-values, prolongation de la tendance passée, absence d'examen de scénarios d'évaluation d'actifs et des passifs. »

La modélisation ALM consiste à modéliser à la fois l'actif, le passif et les interactions entre l'actif et le passif d'une compagnie d'assurance vie. Dans le cadre de la modélisation de ces interactions, le modèle prend en compte les décisions stratégiques dynamiques de l'entreprise en termes de participation aux bénéfices, d'allocations d'actifs, de réalisations de plus ou moins values latentes, de constitutions de provisions, etc.

A partir d'une réalisation de GSE (Générateur de Scénarios économiques) et de l'implémentation de stratégies dynamiques, la modèle ALM projette sur un horizon donné (ici **50 ans**) l'ensemble des flux de la compagnie tels que les provisions mathématiques, les produits financiers et charges financières, les prestations versées aux assurées, le bénéfice/la perte technique, les primes versées par les assurés, les impôts, etc.

Ces flux permettent de déterminer la projection des résultats futurs de l'assureur pour une réalisation de GSE donnée. Avec un ensemble de scénarios suffisant, un modèle ALM apporte ainsi des informations quant à l'intérêt d'une nouvelle stratégie d'investissement.



10. Processus de calcul du SCR par le biais du modèle ALM (des données aux résultats)

La modélisation ALM chez Aviva est réalisée au sein du logiciel *Prophet ALS*. Ce dernier permet de réaliser à la fois une **projection déterministe** qui correspond à projection **d'un unique scénario central** et une **projection stochastique** correspondant à la projection de ***N réalisations du scénario central***. Dans notre étude, *N* est égal à **3000**. Ces projections permettent de modéliser le comportement du bilan économique d'Aviva, notamment à travers la projection de l'ensemble des actifs financiers ainsi que de la stratégie financière, des flux de passif et des interactions actifs-passifs (comportement de l'assureur via la participation aux bénéfices et les comportements des assurés à travers les rachats dynamiques).

4.1 Description du processus des actifs

Aviva France possède un portefeuille d'actifs en représentation de ses engagements contractuels et de ses fonds propres. Dans le cadre du modèle de projection, plusieurs étapes sont nécessaires pour récupérer les données de la base de données des actifs et d'alimenter l'outil de modélisation Prophet :

1. Récupération des données d'actif

La Base de Données Actif (BDA) contient l'ensemble des données relatives aux actifs détenus par Aviva France Vie: nature des actifs, caractéristiques des actifs, données comptables. Elle est alimentée par Aviva Investors France.

2. Catégorisation des actifs

La Base de Données Actifs associe à chaque actif en portefeuille une catégorie de modélisation déterminée suite à un jugement d'expert réalisé par *Aviva Investors France*. L'affectation est réalisée automatiquement sur la base des règles définies dans une table de transcodification.

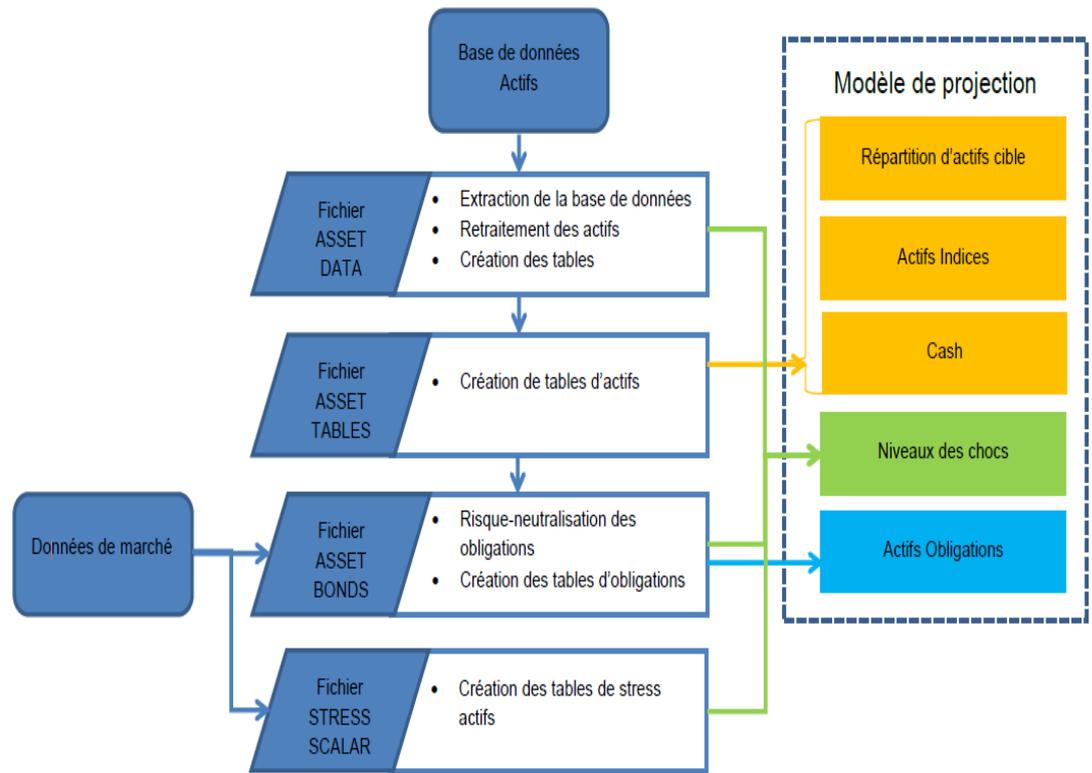
En cas d'erreur, des catégorisations manuelles sont effectuées à la marge pour attribuer à chaque actif la catégorie d'actif adéquate. Les actifs ainsi catégorisés sont alors adaptés aux spécifications du modèle de projection.

3. **Création des tables d'actifs**

A partir des fichiers ASSET TABLE et ASSET BONDS qui reçoivent les données d'actifs retraitées et permettent la création des tables utilisées par le modèle de projection, les opérations suivantes sont réalisées :

- Agrégation des model points d'actifs
- Risque-neutralisation des obligations
- Calcul des niveaux de choc retenus dans les scénarios stressés
- Exportation des tables d'actifs

Le processus de modélisation des actifs est décrit par le schéma présenté ci-dessous :



10. Processus de modélisation des actifs

La création des tables d'actifs est effectuée par l'équipe « Actifs et méthodologie » au sein de la direction de l'Actuariat Financier.

4. Méthodologie de la catégorisation des actifs dans le modèle ALM

La **catégorisation des actifs** est la première étape de modélisation. Elle consiste à classer les actifs en portefeuille en catégories et sous-catégories en fonction de leurs caractéristiques. Cette étape fait appel au jugement d'expert d'Aviva Investors France, en charge de l'alimentation de la base de données des actifs.

Chaque actif est catégorisé en trois niveaux :

- Eligibilité aux réserves générales (exemple : réserve de capitalisation, provision pour risque d'exigibilité)
- Type d'actif (exemple : obligations à taux fixes, obligations à taux variables, immobilier, actions, etc)
- Sous-type d'actif permettant une meilleure segmentation des actifs (exemple : prise en compte de la maturité des obligations via les obligations à taux fixes courts et les obligations taux fixes longs)

Les données suivantes sont utilisées pour classier les actifs de la base de données actifs :

- Leur code Index : cette classification suit une table de transcodification qui, associe au sein de la base de données les codes Index à plusieurs niveaux de classification. Cette table de transcodification, présentée en annexe, fait l'objet d'un avis d'expert réalisé par *Aviva Investors France*.
- Leur éligibilité aux réserves générales : la comptabilité fournit le traitement comptable de chacune des lignes du portefeuille d'actifs.

Les catégories d'actifs utilisées dans la base de données actifs retenues sont les suivantes :

Niveau 1 : Eligibilité aux réserves générales : *réserve de capitalisation (RC)*, *provision pour risque d'éligibilité (PRE)*, *Provision pour Dépréciation Durable (PDD)* et *Provision pour Aléas Financiers (PAF)*.

- **R332-19 RC** (actifs amortissables et éligibles à la réserve de capitalisation) : obligations
- **R332-19 non-RC** (actifs amortissables et non éligibles à la réserve de capitalisation) : obligations.
- **R332-20** (actifs non amortissables) : actions, immobilier, produits dérivés, hedge funds, futures et actions Solvabilité 2 (actifs de la classe Action).

Niveaux 2 et 3: Type d'actif / sous type d'actif :

Catégorie 2	Catégorie 3
Obligation Taux fixes	<ul style="list-style-type: none"> • Obligation Taux Fixes • Obligation Taux Fixes Zéro-Coupon • Obligation Taux Fixes Callable • Obligation Taux fixes Convertible
Obligation Taux Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Obligation Taux Variables Courts • Obligation Taux Variables Longs • Obligation Taux Variables Longs • Obligation Taux Variable Callable • Obligation Taux Variable Convertible
Inflation	<ul style="list-style-type: none"> • Obligation Taux Variables indexée sur l'inflation
Produits structurés	<ul style="list-style-type: none"> • Produits structurés Taux Fixes • Produits structurés Taux Variables Courts • Produits structurés Taux Variables Longs
Produits structurés et autres obligations R332-20	<ul style="list-style-type: none"> • Obligation Autre R332-20 • Obligation Taux Fixes Callable R332-20 • Produits structurés Action
Options	<ul style="list-style-type: none"> • Options
Actions et OPCVM Actions	<ul style="list-style-type: none"> • Actions • OPCVM Action • OPCVM Diversifié
OPCVM Obligataire	<ul style="list-style-type: none"> • OPCVM Taux Govies
OPCVM Monétaire	<ul style="list-style-type: none"> • OPCVM Trésorerie court
Immobilier	<ul style="list-style-type: none"> • Immobilier Direct • Immobilier Indirect
Hedge Fund	<ul style="list-style-type: none"> • Hedge Fund
Private Equity	<ul style="list-style-type: none"> • Private Equity
Autres	<ul style="list-style-type: none"> • Prêts • Titres de participation

10. Catégorisation des actifs dans le modèle ALM

Les obligations et les OPCVM font l'objet d'un niveau de segmentation supérieur qui permet d'adapter la calibration du choc de crédit appliqué dans le cadre des scénarios stressés. Cette segmentation plus fine est la suivante :

- Govies
- Financial
- Non Financial
- Covered
- Tiers 1.

Le portefeuille d'actifs d'Aviva contient des **obligations, des indices** (action, OPCVM taux, immobilier, Futures...) et du **cash**. Les obligations sont réparties en **4 catégories** dans le *modèle*:

- ***Obligations à taux fixe***
- ***Obligations à taux variable court***
- ***Obligations à taux variable long***
- ***obligations indexées sur l'inflation***

Les actifs de la classe action sont répartis en **7 catégories** :

- ***Actions***
- ***OPCVM Taux***
- ***Immobilier***
- ***Futures***
- ***Hedge funds***
- ***participations stratégiques***
- ***Actions Solvabilité 2***

Le portefeuille contient aussi des **caps, des floors, des avances sur polices et des actifs projetés à l'extérieur du modèle (EPA)**. Ces actifs sont en ***run-off***, ils ne peuvent donc être ni achetés, ni vendus en cours de projection.

5. **Créations des tables d'actifs**

Les tables d'actifs sont utilisées par le modèle de projection de BEL (librairie Prophet ALS) pour les stratégies financières d'achat et de vente d'actifs en fin de période. Ces stratégies financières obéissent soit :

- aux managements actions mises en place
- à la composition cible du portefeuille

Les différentes tables d'actifs utilisées dans notre étude, au nombre de 5, sont :

Table ASSET_EQUITY

La table ASSET_EQUITY contient l'ensemble des données relatives aux catégories indices utilisées pour les stratégies d'achat/vente par le modèle de projection ALS.

- ***Informations de la table ASSET EQUITY :***

La table ASSET_EQUITY comporte les informations suivantes :

Nom	Description
MODEL_POINT	Indice du model point
SP_CODE	Indice SP code
CODE	Code ISIN
ASSET_TYPE	Type d'actif
POOL	Canton de gestion
CATEGORY	Sous catégorie d'action
ECONOMY	Devise
NAME	Sous catégorie d'indice
I_EQUITY_FAV	Valeur comptable initiale
I_EQUITY_MV	Valeur de marché initiale
ASSET_SCALAR	Coefficient multiplicatif à appliquer au model point pour l'adéquation actif passif

- ***Types d'indices modélisés :***

Les indices sont des actifs modélisés à l'aide d'indices de performance stochastiques lus dans les données des scénarios économiques stochastiques projetés (GSE).

Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

- ❖ Possible versement régulier d'un flux financier
- ❖ Durée de vie illimitée

Les indices recouvrent les catégories d'actifs suivantes, détaillées en fonction :

- ❖ du type d'actif correspondant
- ❖ des indices de performance issus des ESG à partir desquels ces catégories d'actifs sont projetées
- ❖ des éventuels flux périodiques liés à ces catégories d'actif.

Catégorie	Description	Indice de performance	Flux périodique
1	Actions	Equity	Dividende
2	OPCVM taux	OPCVM taux	-
3	Immobilier	Immobilier	Revenus locatifs
4	Futures	Futurs	-
5	Hedge Fund	Equity	Dividende
6	Participations stratégiques	Equity	Dividende
7	Actions Solvabilité 2	Equity Solva2	Dividende

Dans le modèle, le portefeuille contient une ligne d'actions modélisée suivant l'indice boursier *EuroStoxx*.

TABLE ASSET_BOND

Cette table ASSET_BOND contient l'ensemble des données relatives aux obligations utilisées pour les stratégies d'achat vente par le modèle ALS de projection.

- **Informations de la table ASSET BOND :**

Cette table ASSET_BOND comporte les informations suivantes :

Nom	Description
MODEL_POINT	Indice du model point
SP_CODE	Indice SP code
CODE Code	ISIN
ASSET_TYPE	Type d'obligation
POOL	Canton de gestion
CATEGORY	Sous catégorie d'obligation
ECONOMY	Devise
REDEMP_YEAR	Année de maturité
REDEMP_MONTH	Mois de maturité
COUPON_AMT	Montant du coupon
COUPON_FREQ	Fréquence du coupon
REDEMP_AMT	Montant du remboursement
MARKET_VAL	Valeur de marché
BOND_FAV	Valeur comptable (nette de coupon couru)
BAL_SH_VAL	Valeur comptable (nette de coupon couru)
BOND_GROSS_FAV	Valeur comptable (brute de coupon couru)
IMMOB_PC	Non utilisé
K	Non utilisé
P	Probabilité de défaut de corporate bonds taux fixe
AMORT_TYPE	Type d'amortissement
AMORT_RATE_PC	Non utilisé
ASSET_SCALAR	Coefficient multiplicatif à appliquer au model point
INT_TERM_Y	Taux d'intérêt forward à utiliser (taux CMS 1 an ou 10 ans)
SREAD_FLOAT_PC	Spread additionnel (pour les obligations à taux variables uniquement)
MULT_FLOAT_PC	Coefficient multiplicatif (pour les obligations à taux variables uniquement)
CAP_FLOAT_PC	Taux de coupon maximum (pour les obligations à taux variables uniquement)
FLOOR_FLOAT_PC	Taux de coupon minimum (pour les obligations à taux variables uniquement)
IL_ZCB_LAG	Non utilisé
DEFL_PRO_IND	Non utilisé
FACE_VALUE	Non utilisé
SPREAD_CORP_PC	Non utilisé
IMMOB_NEW_PC	Non utilisé
SPREAD_BAND	Rating de l'obligation en t=0

- **Types d'obligations modélisées :**

Catégorie	Description
1	Obligations à taux fixes
2	Obligations à taux variables courts
3	Obligations à taux variables longs
4	Obligations indexées sur l'inflation

6. **AFFECTATION DES ACTIFS AUX POOLS :**

Le portefeuille d'actifs, en représentation des engagements contractuels d'AVIVA, est réparti en différents **pools** qui sont numérotés de **1 à 19**. Un pool est un regroupement de segments d'actif et de passif. Il s'agit d'un niveau d'agrégation pouvant correspondre aux cantons de gestion mis en place par les équipes responsables de la comptabilité.

Principales caractéristiques vérifiées au niveau pool :

- Egalité actif-passif au bilan à chaque pas de projection
- Allocation d'actif

Les pools utilisés dans le modèle de projection sont les suivants :

Pool	Entité	Nature	Description
1	AER	Euro	AFER
2	AER	UC	AFER
3	AER	SHF	Fonds propres
4	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
5	Aviva	Vie	UC Aviva Vie Hors AFER
6	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
7	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
8	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
9	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
10	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
11	Aviva	Vie	Euro Aviva Vie Hors AFER
12	Aviva	Vie	UC Aviva Vie Hors AFER
13	Aviva	Vie	SHF Fonds propres
14	Antarius	Euro	Antarius
15	Cardif	Euro	Cardif
16	Antarius	UC	Antarius
17	Cardif	UC	Cardif
18	Antarius	SHF	Fonds propres
19	Cardif	SHF	Cardif

TABLE ASSET_FIXED_PC :

La table **ASSET_FIXED_PC** contient au sein de chaque pool, la répartition initiale de chaque catégorie d'actif **en pourcentage de la valeur bilan totale ou de la valeur de marché totale** au sein du même pool utilisée par le modèle ALS de projection.

- Les valeurs comptables et valeurs de marché liées aux **indices** sont obtenues à partir de la table **ASSET_EQUITY**.
- Les valeurs comptables et valeurs de marché liées aux **obligations** sont obtenues à partir de la table **ASSET_BOND**.

MÉTHODOLOGIE

- A partir des tables ASSET_EQUITY, pour chaque pool et pour chaque catégorie d'actif, nous récupérons les valeurs :

Nom	Description
I_EQUITY_FAV	Valeur initiale comptable de l'indice
I_EQUITY_MV	Valeur de marché initiale de l'indice
ASSET_SCALAR	Valeur d'ajustement de l'indice pour les pools UC

- A partir des tables ASSET_BOND, pour chaque pool et pour chaque catégorie d'actif, nous récupérons les valeurs :

Nom	Description
BOND_GROSS_FAV	Valeur initiale comptable de l'obligation
MARKET_VAL	Valeur de marché initiale de l'obligation

REPARTITION EN DATE INITIALE

Pour déterminer dans chaque pool, la répartition des différentes catégories d'actif du pool en pourcentage de la valeur comptable ou en valeur de marché :

- On détermine à l'instant initial (t=0) la valeur comptable ou valeur de marché du pool k de la façon suivante :

$$Asset_PC^{Pool_k} = \overbrace{\left[\underbrace{c}_{Cash}, \underbrace{e_1, e_2 \dots e_n}_{Equity}, \underbrace{b_1, b_2 \dots b_n}_{Bond} \right]}^{Pool_k}$$

Dans la table *Euro*, **CUSTOM_CODE_FLAGS_ANT_INCLUDED**, la variable **TARGET_ALLOC_FAV** indique si les proportions des différents actifs sont exprimées en fonction de la valeur de marché ou de la valeur comptable des actifs.

Soit la répartition initiale dans le pool k donnée par la relation suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{Asset_PC}^{\text{Pool}_i}(t=0) &= \underbrace{\sum_{i \in \{\text{Famille Catégorie}\}} c_pc_i(0)}_{\text{Cash}} + \underbrace{\sum_{j \in \{\text{Famille Catégorie}\}} e_pc_j(0)}_{\text{Equity}} + \underbrace{\sum_{k \in \{\text{Famille Catégorie}\}} b_pc_k(0)}_{\text{Bond}} \\
 &= \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} (c_pc_i(0) + e_pc_i(0) + b_pc_i(0)) = 100\% \\
 \text{Avec pour tout } i \in \{1, \dots, 7\}, & c_pc_i(0) \geq 0, e_pc_i(0) \geq 0, b_pc_i(0) \geq 0 \\
 \text{avec,} & \\
 c_pc &= \text{pourcentage Cash} \\
 b_pc \in \text{pourcentage} & \left\{ \begin{array}{l} \text{Obligations à taux fixes, Obligations à taux variables courts,} \\ \text{Obligations à taux variables longs, Obligations indexées sur l'inflation} \end{array} \right\} \\
 e_pc \in \text{pourcentage} & \left\{ \begin{array}{l} \text{Actions, OPCVM taux, Immobilier, Futur, Hedge Fund, Participations stratégiques,} \\ \text{Equity Solva2} \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

Traitement de la partie Cash :

- Le pourcentage de la catégorie monétaire n'est pas renseigné dans la table ASSET_FIXED_PC.
- Le montant de la partie monétaire est renseigné dans la table **ASSET_POOL_BASIS**.

ILLUSTRATION NUMÉRIQUE

- Détermination des proportions en valeur de marché

Ci-dessous les montants pour les données du YE16 dans le pool 1 en valeur de marché des différentes catégories d'actif

proportion en valeur de marché au sein du Pool 1 (AFER EURO)			
Famille	Catégorie	Montant en valeur de marché (VM)	Proportion en valeur de marché
Equity	Actions	606,788,474.76	2.7%
Equity	OPCVM de taux	3,814,164,896.75	16.8%
Equity	Immobilier	166,793,089.06	0.7%
Equity	Futures	-	0.0%
Equity	Hedge Fund	23,589,738.29	0.1%
Equity	Strategic Equity	-	0.0%
Equity	Equity SII	81,649,205.80	0.4%
Bond	Taux Fixes Long	14,006,413,151.97	61.7%
Bond	Taux Variables Long	1,332,027,427.84	5.9%
Bond	Taux Variables Court	503,797,227.15	2.2%
Bond	OATi	1,146,087,458.90	5.0%
Equity	Cash	1,037,531,957.13	4.6%
Total		22,718,842,627.64	100%

- **Création de la table ASSET FIXED PC**

ASSET	CATEGORY	POOL	2016
EQUITY	1	1	2.7%
EQUITY	2	1	16.8%
EQUITY	3	1	0.7%
EQUITY	4	1	0.0%
EQUITY	5	1	0.1%
EQUITY	6	1	0.0%
EQUITY	7	1	0.4%
BOND	1	1	61.7%
BOND	2	1	5.9%
BOND	3	1	2.2%
BOND	4	1	5.0%

- 2016 désigne l'année initiale

On a la correspondance suivante :

ASSET	CATEGORY	POOL
EQUITY	1	Actions
EQUITY	2	OPCVM de taux
EQUITY	3	Immobilier
EQUITY	4	Futures
EQUITY	5	Hedge Fund
EQUITY	6	Strategic Equity
EQUITY	7	Equity SII
BOND	1	Taux Fixes Long
BOND	2	Taux Variables Long
BOND	3	Taux Variables Court
BOND	4	OATi

Le **pourcentage du cash** n'est pas renseigné dans cette table mais directement lu en montant dans la **table ASSET_POOL_BASIS**.

Table ASSET_POOL_BASIS

Dans cette table, sont renseignées en montant (non en pourcentage) les CASH_FUND lues de la table ASSET_EQUITY.

Variable	Description
BOND_SCALAR	Asset scalar bond holding by pool
EQUITY_SCALAR	Asset scalar equity holding by pool
CAP_SCALAR	Scales up pool 's holding
SWAPTN_SCALAR	Asset scalar swaptn holding by pool
I_CASH	Initial amount of cash in Fund
I_CASH_PC	Initial % of Fund in cash
REALIGN_START	Re-align assets to target at start
CASH_START_IS_RESIDUAL	Flag cash residual value at start
ASSET_CEILING	Upper bound of asset pool
ASSET_FLOOR	Lower bound of asset pool
FORCE_TO_AR_CALC	Flag force re-align after reserves
REALIGN_STEP	Realignment step for pool buy / sell
CASH_IF_NEG_IND	Invest pool in cash when negative?
FLOOR_PB_PC	Floor pb pc
CAP_PB_PC	Cap pb pc
TARGET_CRED_RATE	Target rate par PRD
OPTION_SCALAR	Asset scalar option holding by pool
...	...

TABLE ASSET_BUY_BONDS

Dans cette table, est renseigné le portefeuille d'achat standard d'obligations, utilisé lors de la projection dans le modèle Prophet ALS.

Méthodologie de vente des actifs :

Lorsqu'un désinvestissement doit être réalisé sur une catégorie d'actif, le modèle vend la même proportion de toutes les lignes d'actif constituant la catégorie d'actif.

Méthodologie d'achat des actifs :

Lorsqu'un investissement doit être réalisé sur une catégorie d'actif, s'il s'agit des actifs modélisés comme des *indices*, l'achat est réalisé en investissement sur l'indice associé à l'actif. Par contre, pour *les actifs obligataires*, c'est plus complexe ; il faut décider sur quelles obligations, quelles maturités investir. Ainsi, Pour chacun des 4 types d'obligations, et pour chaque pool, **un portefeuille d'achat standard** est renseigné dans le modèle de projection stochastique via la *table ASSET_BUY_BONDS*.

Ce portefeuille présente, pour chaque ligne obligataire :

- La maturité de l'obligation
- Le taux de coupon
- La fréquence du coupon
- La valeur de remboursement
- Le pourcentage à investir sur cette ligne (en cas d'investissement à réaliser sur ce pool et ce type d'actif).

Le portefeuille standard, dont l'objectif est de respecter **la duration et la convexité du portefeuille initial**, a été défini en accord avec la **Direction des Investissements**.

7. Valorisation des actifs

Au cours de la projection :

- Pour les actifs de type indice (classe Action):
- ✓ La valeur de marché (*MV pour « Market Value »*) des actifs de type Indice suit un indice de performance absolu issu des données de marché. Celui-ci dépend de la catégorie d'actif considérée :

$$MV_t = MV_{t-1} * \frac{Idx_t (\text{catégorie actif})}{Idx_{t-1} (\text{catégorie actif})} - DIV_t$$

Avec :

- ❖ **Idx_t** : l'indice absolu de performance totale à la date t, incluant le dividende.
A t=0, Idx (t=0) =1.
- ❖ **DIV_t** : le dividende (flux net) perçu par le détenteur de l'actif durant la période précédente.

La valeur de marché initiale est issue des données de gestion.

Remarque: Les **OPCVM Taux** sont modélisés comme la performance d'une obligation zéro-coupon (ZC) de maturité 4 ans avec une stratégie de réinvestissement annuel.

- ✓ La valeur nette comptable initiale (VNC) (*FAV pour « Fair Account Value »*) des actifs de type indice est issue des données comptables. Au cours de la projection, elle est ajustée d'achats/ventes lors de la stratégie financière :

$$\left\{ \begin{array}{l} VNC_0 = VNC_0 \text{ comptabilité} \\ VNC_t = VNC_{t-1} + MV_{achat_t} - VNC_{vente_t} \end{array} \right.$$

- Pour les actifs de la catégorie obligation :

Les obligations sont modélisées comme des instruments financiers possédant les caractéristiques suivantes : versement régulier par l'émetteur d'un coupon au cours de la durée de vie de l'obligation et versement par l'émetteur de la valeur de remboursement à la maturité de l'obligation.

La valorisation des flux versés par une obligation dépend de la catégorie de l'obligation.

- ❖ La valeur de marché des obligations est définie comme l'espérance à la date t des flux futurs actualisés soumis au risque de défaut.

Du fait du bornage du taux de coupon des **obligations à taux variables**, le calcul de la valeur de marché se décompose en plusieurs éléments.

Dans le modèle on considère la valeur de marché de l'obligation à taux variables comme la somme :

- ✓ d'une obligation à taux variables non-bornée
 - ✓ de caplets et de floorlets.
- ❖ La valeur comptable des obligations prend en compte le risque de défaut de l'émetteur et est estimée nette de coupon couru.

La valeur nette comptable est amortie linéairement sur la durée de vie des obligations.

En outre, les *actions et l'immobilier* sont modélisés à l'aide du modèle de Black& Scholes amélioré ie à volatilité déterministe constante par période : **TVDV** (« Time Values Deterministic Volatility »). Le modèle de taux utilisé au sein du GSE (« Moody's, Barrie & Hilbert ») est le **LMM+** qui permet de prendre en compte les taux négatifs.

Nous allons à présent décrire les flux de passif du portefeuille d'Aviva France Vie.

4.2 Description des flux de passif

Cette partie décrit la prise en compte des différents flux de passif perçus et payés par Aviva France Vie au sein du modèle de projection stochastique au cours de chaque période de projection. Ces différents flux sont :

- primes perçues,
- prestations payées (rachat, sorties à terme, arrérages, décès),
- frais payés,
- commissions perçues et payées,
- avances sur polices accordées aux assurés.

Deux types de flux de passifs peuvent être distingués au sein du modèle de projection stochastique :

- les flux calculés dans les *modèles de projection déterministes* et *lus dans des tables en entrée du modèle stochastique*,
- les flux calculés dans le *modèle de projection stochastique*.

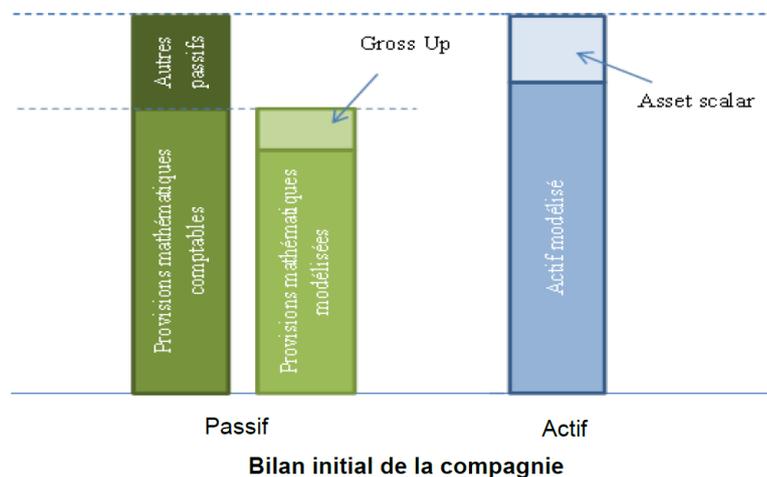
La méthode de flexing est utilisée afin de modéliser l'impact des optionalités (rachats, arbitrages et participation aux bénéfices discrétionnaire) calculées au sein du modèle de projection stochastique sur les flux déterministes.

Les flux de passif sont calculés à la maille « segment de passif », correspondant à un groupe de contrats homogènes. Le regroupement des contrats en « groupes homogènes » est réalisé dans les modèles de projection déterministes.

Le modèle de projection nécessite que les valeurs de bilan initiales des actifs et des passifs soient égales afin de refléter la réalité du bilan comptable de la compagnie et de pouvoir réaliser correctement les opérations de réaligement actif-passif en fin de période.

Cependant, les actifs et passifs modélisés ne permettent pas de respecter cette condition :

- Une partie des contrats n'est pas prise en compte dans la modélisation. Un coefficient multiplicatif est appliqué aux flux de passif afin d'aligner les provisions mathématiques modélisées sur les provisions mathématiques comptables. Cette opération, appelée « Gross Up », est réalisée grâce au calcul de coefficients de gross up appliqués à la maille « pool x coassurance ».
- Une partie des actifs n'est pas modélisée, du fait de leur non prise en compte dans la modélisation en raison de leur type ou de la méthode d'affectation au sein des pools. Un coefficient multiplicatif est appliqué aux valeurs et flux d'actifs afin d'aligner le montant d'actif initial sur le montant de passif initial. Ce coefficient est appelé « Asset Scalar » et est appliqué à la maille pool.



11. Méthode d'ajustement du bilan initial de la compagnie

Les coefficients de gross-up sont calculés à la date initiale de projection, à la maille « pool x coassurance », comme le rapport entre le montant de provisions mathématiques comptables et le montant de provisions mathématiques issues des modèles de projection déterministes, lus dans les tables d'entrée du modèle de projection stochastique :

$$\text{Gross up}(\text{Pool}, \text{Coassurance}) = \frac{\text{PM comptable } t = 0 (\text{pool}, \text{coassurance})}{\text{PM déterministe } t = 0 (\text{pool}, \text{coassurance})}$$

Où PM = provision mathématique.

Calcul des réserves générales :

Les provisions modélisées au sein du modèle de projection stochastique sont les suivantes :

- Réserve de capitalisation (RC)
- Provision pour risque d'exigibilité (PRE)
- Provision pour participation aux excédents (PPE).

A noter que la *Provision pour Aléas Financiers n'est pas modélisée dans Prophet ALS.*

Cette sous-section décrit la modélisation de ces provisions ainsi que leur traitement en fin de projection. Les provisions modélisées au sein du modèle de projection stochastique sont calculées à chaque fin de période de projection.

❖ La réserve de capitalisation (RC) :

Définition :

La **réserve de capitalisation** est une réserve alimentée par les *plus-values réalisées* sur les **cessions d'obligations** et reprise symétriquement uniquement en cas de *réalisation de moins-values* sur ce type d'actifs. Ce mécanisme permet de lisser les résultats correspondant aux plus ou moins-values réalisées sur des obligations cédées avant leur terme, en cas de mouvements de taux.

Ainsi, les organismes d'assurance ne sont pas incités, en cas de baisse des taux, à vendre leurs obligations distribuant des coupons élevés et dégager des bénéfices ponctuels tout en rachetant d'autres obligations, moins performantes ultérieurement. Cette réserve spéciale, considérée comme une provision au regard des exigences de couverture des engagements, **fait partie des éléments constitutifs de la marge de solvabilité.**

Modélisation de la réserve de capitalisation :

La réserve de capitalisation est calculée dans le modèle de projection stochastique à la maille **entité juridique**. Le montant de la réserve de capitalisation est recalculé à chaque pas de projection à la maille entité comme suit :

$$RC_t(\text{Entité}) = \begin{cases} RC \text{ comptable (Entité)} & \text{si } t = 0 \\ \text{Max}(0, RC_{t-1}(\text{Entité}) + PMV \text{ éligibles } t(\text{Entité}) * (1 - \text{Taux IS}) & (t > 0) \end{cases}$$

Avec :

- **PMV éligibles t (Entité)** les plus ou moins values réalisées, au cours de la période de projection, sur les actifs éligibles à la réserve de capitalisation. Les actifs éligibles à la réserve de capitalisation sont les obligations à **taux fixe et les obligations indexées sur l'inflation.**

Catégorie	Description	Eligible à la réserve de capitalisation	Eligible à la Provision pour Risque d'Exigibilité
1	Obligations à taux fixes	X	
2	Obligations à taux variables courts		
3	Obligations à taux variables longs		
4	Obligations indexées sur l'inflation	X	

- **Taux IS** est le taux d'imposition sur les sociétés.
- **RC_{t-1} (Entité)** est la réserve de capitalisation constituée à la fin de la période de projection précédente.

Pour les besoins de la projection, la réserve de capitalisation calculée à la maille entité est ventilée à la maille *pool* comme suit :

- Au prorata des provisions mathématiques à t=0,
- Au prorata de la réserve de capitalisation de la période précédente pour t>0.

❖ La Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE) :

Définition :

La provision pour risque d'exigibilité est inscrite en provisions techniques. Elle est dotée si la somme des valeurs de marché des **actifs R332-20** est inférieure à la somme de leurs valeurs comptables, nettes de provision pour dépréciation durable et d'amortissements. La dotation annuelle est alors égale à un tiers de cette différence, sans que la provision pour risque d'exigibilité puisse dépasser cette différence.

Seuls les actifs modélisés comme des indices sont éligibles à la PRE.

Modélisation de la PRE :

Dans le modèle ALM d'Aviva France Vie, des « *management actions* » sur la réalisation des plus ou moins values latentes (PMVL) sur les actifs de la classe Action (indices) permettent d'éviter la constitution de la PRE tout au long de la projection.

❖ La Provision pour Participation aux Excédents (PPE) :

Pour rappel, dans la première partie, nous avons présenté et défini les 3 différentes ventilations de la participation aux bénéfices (PB) : la participation aux bénéfices réglementaire, la participation aux bénéfices contractuelle et la participation aux bénéfices discrétionnaire.

Méthode de calcul :

Après le versement de la participation aux bénéfices discrétionnaire, le modèle de projection stochastique vérifie si le minimum de participation aux bénéfices réglementaire est payé aux assurés au niveau entité légale.

Le minimum de participation aux bénéfices réglementaire est calculé comme suit au niveau entité :

❖ *Si Résultat technique PB(t) > 0*

$$PB \text{ réglementaire } (t) = 90\% * \text{Résultat technique PB } (t) + 85\% * \text{Résultat Financier PB}(t)$$

❖ *Si Résultat technique PB (t) < 0*

$$PB \text{ réglementaire } (t) = 100\% * \text{Résultat technique PB } (t) + 85\% * \text{Résultat Financier PB}(t)$$

Si un supplément de participation aux bénéfices doit être versé aux assurés, le modèle de projection stochastique dote la PPE au niveau entité légale :

$$Dotation PPE (t) = \text{Max } (0, PB \text{ réglementaire } (t) - PB \text{ servie } (t))$$

La dotation de PPE est ensuite ventilée au niveau **Pool Euro** de chaque entité légale comme suit :

Entité légale	Allocation
AER	Un seul pool Euro : Dotation PPB niveau entité à 100% sur ce pool
Aviva Vie hors AFER	Six pools Euro : $Dotation PPE Pool_i(t) = Dotation PPE Aviva Vie hors AFER(t) \times \frac{PM Pool_i(t)}{\sum_{Pool_j \in Pool \text{ euro Aviva vie}} PM Pool_j(t)}$
Antarius	Un seul pool Euro : Dotation PPB niveau entité à 100% sur ce pool
Cardif	Un seul pool Euro : Dotation PPB niveau entité à 100% sur ce pool

Le résultat technique servant au calcul de la participation aux bénéfices réglementaire est calculé comme suit au niveau pool, puis agrégé au niveau entité légale sur la base des pools Euro :

$$\begin{aligned}
\text{Résultat technique PB}(t) &= \text{Primes reçues}(t) \\
&+ \text{PB distribuée sur sorties}(t) \\
&+ \text{PB distribuée sur stock}(t) \\
&- \text{Variation PM}[t-1; t] \\
&- \text{Prestations payées}(t) \\
&- \text{Taxes organiques payées}(t) \\
&- \text{Variation PRE}[t-1; t] \\
&- \text{Frais et commissions payés}(t)
\end{aligned}$$

Le résultat financier servant au calcul de la participation aux bénéfices réglementaire est calculé comme suit au niveau pool, puis agrégé au niveau entité légale sur la base des pools Euro et SHF (« ShareHolderFunds » qui appartiennent aux actionnaires) :

$$\begin{aligned}
\text{Résultat financier PB}(t) &= \text{Ratio éligibilité}(t) * (\text{Produits financiers comptables}(t) + \\
&\quad \text{Transferts}(t) + \\
&\quad \text{Variation réserve de capitalisation}[t-1; t])
\end{aligned}$$

La valeur comptable de l'actif varie au cours d'une année de projection du fait des flux constatés au cours de la période (réception de primes, paiement de prestations, frais et commissions).

Un ratio d'éligibilité permet de prendre en compte la part du résultat financier de fin de période éligible à la règle du minimum de PB.

4.3 Modélisation des interactions actif-passif

Les interactions actif-passif sont modélisées en cours de projection. Au cours de chaque période de projection, les opérations suivantes sont réalisées :

- ❖ **Déroulement des flux de passif** : Aviva perçoit les primes et paie les prestations, commissions, frais et avances relatives aux contrats souscrits par les assurés.

Dans la pratique, les flux de passifs sont perçus et payés tout au long de l'année. Afin de faciliter le calcul des flux, il est considéré que **les flux de passifs surviennent en milieu de période au sein du modèle de projection stochastique.**

Pour rappel, deux types de flux de passifs peuvent être distingués au sein du modèle de projection stochastique :

- les flux calculés dans les modèles de projection déterministes et lus dans des tables en entrée du modèle,
 - les flux calculés dans le modèle de projection stochastique.
- ❖ **Production financière** : Aviva perçoit les flux versés par les actifs détenus en portefeuille.

Les interactions entre l'actif et le passif ont lieu à chaque fin de période (ie. en fin d'année), sur toute la durée de la projection stochastique. Ces interactions sont les suivantes :

- Achat et vente d'actifs, conformément à l'allocation d'actif cible, via un mécanisme d'achats/ventes dans le cadre :
 - ✓ de l'investissement des flux de passif perçus au cours de la période (achat d'actifs),
 - ✓ du financement des flux de passifs payés au cours de la période (vente d'actifs),
 - ✓ du respect de l'allocation d'actifs cible (un seuil est défini au-delà duquel un réalignement est réalisé).

Les opérations d'achats/ventes d'actifs sont décrites dans la partie suivante.

- ❖ **Stratégie de participation aux bénéfiques** : un taux de revalorisation est calculé pour les contrats éligibles à la participation aux bénéfiques, tenant compte des contraintes réglementaires et contractuelles ainsi que de la stratégie commerciale d'Aviva France.

Des opérations d'achat et de vente d'actifs peuvent survenir dans le cadre de la stratégie de participation aux bénéfiques mise en place par Aviva France.

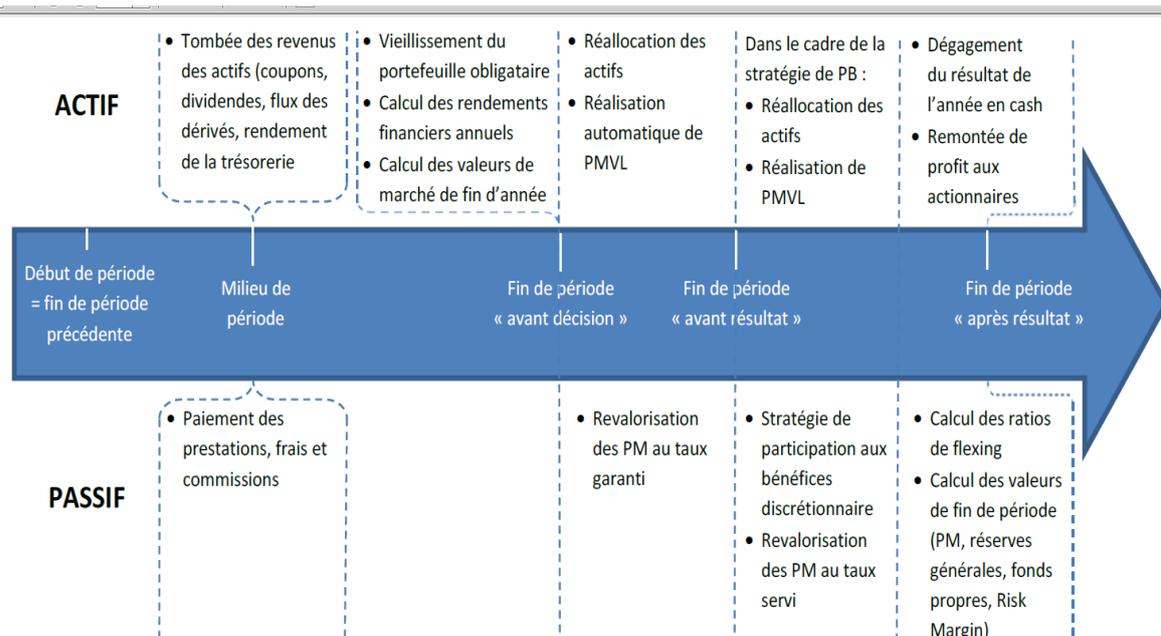
- Calcul des éléments du passif en fin de période : les contrats en euros et en unité de compte sont revalorisés, en tenant compte du caractère stochastique de la projection via l'utilisation de la méthode de flexing.

Remarque : en fin de projection (après stratégie de participation aux bénéfiques), les réserves générales résiduelles réputées appartenir à l'assureur sont intégrées au profit, celles réputées appartenir à l'assuré sont intégrées au BEL.

- ❖ **Remontée de profit** : l'intégralité du profit/déficit réalisé est reversée aux actionnaires.

Les réserves générales modélisées (réserve de capitalisation, provision pour risque d'exigibilité et provision pour participation aux excédents) sont recalculées suite aux opérations d'achats et de vente d'actifs.

L'illustration suivante présente la chronologie des opérations réalisées lors d'une période de projection.



12. Chronologie des opérations lors d'une projection

Nous signalons que le modèle de projection déterministe procède avec un pas de projection mensuel et le modèle stochastique avec un pas de projection annuel. La projection s'effectue sur un horizon de 50 ans.

	Modèle déterministe	Modèle stochastique
Pas de temps	Mensuel	Annuel
Horizon (durée de la projection)	50 ans (600 mois)	50 ans

Dans le modèle Prophet ALS, la stratégie d'allocation d'actifs se déroule en 3 étapes.

4.4 Etapes de la modélisation de la stratégie financière

« Timing » dans Prophet ALS

La stratégie d'allocation d'actifs au sein du modèle Prophet ALS se déroule en 3 étapes : *Before Decision (BD)*, *Before Reserving (BR)* et *After Reserving (AR)*.

- **Entre les phases BD et BR,**
Les actifs évoluent selon les conditions économiques du marché et il n'y a ni achat ni vente d'actifs dans cette période.
- **Entre les phases BD et BR,**
Les mouvements d'actifs sont :
 1. *la tombée des cashflows (liabilities) en milieu de période(6mois).*
Ces cashflows sont :
 - + Primes
 - Prestations pour décès
 - Rachats
 - Pertes sur polices (ex : avances sur police, arbitrages etc).

2. *Réinvestissement des « cash-flows » nets perçus.*

Il se pose ainsi la problématique de comment répartir ces « *cash-flows* » nets perçus au cours d'une période à réinvestir entre les différentes classes d'actifs. D'où la question de la stratégie d'allocation d'actifs.

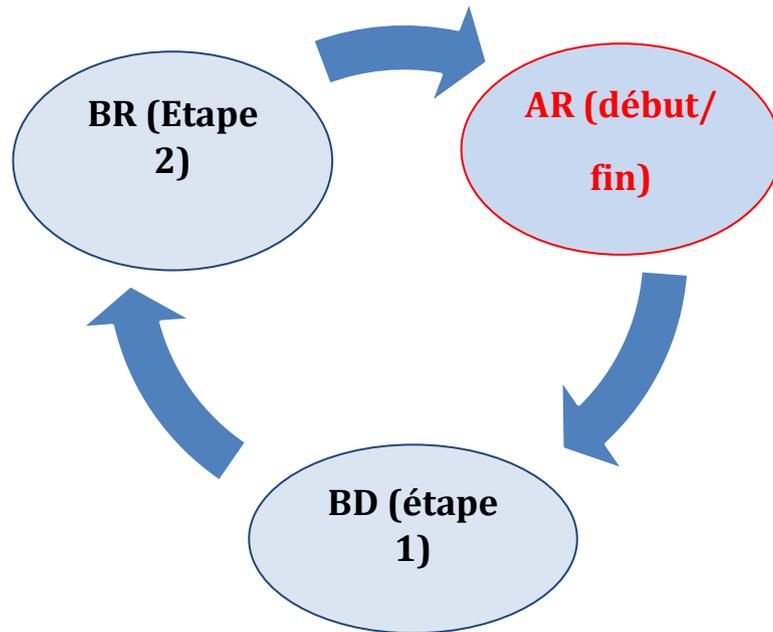
- **Entre les phases BR et AR,**

On assiste au vieillissement de la Provision Mathématique (PM), au calcul des différentes provisions du passif et au déroulement de la stratégie de participation aux bénéfices.

Le modèle n'effectue plus d'achat dans cette période, il peut y avoir uniquement des ventes d'actifs modélisés comme des indices pour respecter les contraintes participation aux bénéfices et de la modélisation de la PRE.

Pour les unités de compte, les phases BD = AR, l'étape principale est BD pour les UC.

En outre, dans le modèle ALM d'AVIVA, la variable **BOX_PL** considéré comme un actif, permet de prendre en compte les nouveaux contrats et de résoudre les problèmes de timing des « *cash-flows* » dans Prophet ALS.



13. Les étapes de la stratégie financière dans Prophet ALS

Les proportions des différentes catégories d'actifs au sein de chaque pool sont définies soit en fonction de la valeur bilan totale soit en fonction de la valeur de marché totale au sein du même pool. Ces proportions sont renseignées dans la table ASSET_FIXED_PC et sont redéfinies à chaque pas de projection, soit par une approche statique, soit par une approche dynamique.

Après une description des actifs, des différents flux de passif, des interactions actif-passif et des 3 étapes de la stratégie financière dans Prophet ALS, nous allons à présent décrire l'étude de la stratégie d'allocation d'actifs au sein du modèle ALM.

Cette partie représente le cœur du mémoire.

**Troisième partie : Stratégies
d'allocations d'actifs au sein du
modèle ALS PROPHET**

1. Contexte

L'allocation d'actifs stratégique peut être définie comme le processus de répartition entre les principales classes d'actifs dans un portefeuille, afin d'en réduire le risque et d'en optimiser la performance à long terme.

Elle est le résultat d'une combinaison d'éléments qualitatifs et quantitatifs, qui est avant tout guidée par la composition du passif. En effet, de part une analyse des engagements de l'assureur dans le cadre d'un processus ALM afin de savoir combien investir et dans quel type d'actifs, l'étude de la stratégie d'allocation d'actifs comprend d'un autre côté *une analyse fondamentale des conditions de marché, une connaissance des actifs et de leurs mécanismes de valorisation, des convictions et des anticipations.*

La stratégie d'allocation d'actifs s'inscrit dans le contexte des « *management actions* » prises par Aviva pour piloter son activité. Il existe deux types de management actions : les « *management actions actuelles* » et les « *management actions futurs* ».

Les « Future Management Actions (FMA) » correspondent aux décisions futures de gestion que pourrait raisonnablement prendre le management dans des situations particulières futures.

L'analyse des « Future Management Actions » effectuée jusqu'à présent a permis d'identifier un élément matériel : la **stratégie de distribution de la participation aux bénéficiaires** en lien avec l'utilisation des richesses disponibles. Cet élément est actuellement le seul FMA qui est pris en compte dans le modèle ALM.

La modélisation de ces « Future Management Actions » s'est appuyée sur un processus incluant notamment des interviews des responsables des directions concernées, la formalisation des informations collectées sous la forme d'un arbre de décision paramétrique validé par *sign-off* du top management d'Aviva France, le « *back-testing* » lorsqu'il était applicable, ainsi que la validation par *sign-off* du top management d'Aviva France des impacts en central et en situation stressée après l'implémentation du modèle. L'ensemble de ces éléments font l'objet d'une documentation formalisée au sein d'Aviva.

Ces éléments permettent de justifier de la bonne adéquation entre les « Future Management Actions » implémentées et la stratégie d'Aviva France.

Au sein de la directive **Solvabilité 2 (article 121 paragraphe 8)**, il est ainsi spécifié que « *les entreprises d'assurance et de réassurance peuvent tenir compte, dans leur modèle interne, des décisions futures de gestion qu'elles pourraient raisonnablement mettre en œuvre dans des circonstances particulières.*».

Les Future Management Actions peuvent donc être réparties au sein de la liste d'éléments de modélisation suivants :

- retrait ou modification de conditions contractuelles,
- souscription de nouveaux traités de réassurance,
- changement matériel au sein du portefeuille d'activités,
- **changement matériel de l'allocation d'actif**
- changement dans la politique discrétionnaire de participation aux bénéfiques, et autres éléments.

La politique discrétionnaire de participation aux bénéfiques correspond au seul élément intégrant des *Future Management Actions*, au sein du processus Capital Economique à ce jour.

Dans ce contexte, ce mémoire à forte connotation professionnelle a pour *principal objectif* un changement matériel de la modélisation de l'allocation d'actif dans le but de refléter au mieux les « futur management actions » que pourrait prendre Aviva concernant l'allocation d'actifs selon les conditions économiques de marché. Ce changement peut tout aussi permettre d'accroître les profits de la compagnie et de réduire son coût en capital (SCR).

2. Stratégie d'allocation d'actifs

Contexte de l'étude :

*La direction des investissements définit chaque année, l'allocation cible du portefeuille d'actif d'Aviva. Cette stratégie d'investissement est suivie par l'équipe d'« asset-managers » avec **une tolérance de plus ou moins 10% sur les investissements pour chaque catégorie d'actif.***

Le choix de ces investissements est dicté par la recherche d'un **meilleur ratio de solvabilité** c'est-à-dire celui qui maximise le ratio de couverture.

Le **ratio de couverture** ou « *cover ratio* » est défini comme le rapport des fonds propres de l'entreprise (FP) au SCR :

$$\text{Ratio de couverture} = \frac{FP}{SCR}$$

La stratégie d'allocation dynamique a pour objectif de maximiser les fonds propres de la compagnie et de minimiser les SCR selon les différents achats/ventes effectués chaque année. Dans cette optique, une autre stratégie dynamique a aussi été étudiée s'appuyant sur le **taux de couverture économique des engagements** défini comme le rapport entre la valeur de marché des actifs et les provisions mathématiques.

Modélisation de l'allocation d'actifs :

La stratégie d'allocation d'actifs au sein du modèle interne d'Aviva est prise en compte dans l'outil de modélisation Prophet. L'approche actuelle de cette modélisation au sein d'Aviva est statique. Le détail de cette modélisation est décrit ci-après.

2.1 Allocation statique d'actifs

La **modélisation statique**, consiste à déterminer la répartition initiale ($t=0$) de chaque catégorie d'actif pour chaque pool et à conserver cette répartition tout au long de la projection. Dans le modèle, il s'agit d'une allocation fixe des stocks : à chaque pas de temps, les flux à réallouer dans chaque classe, sont calculés pour que les proportions restent les mêmes qu'au pas de temps précédent.

L'allocation d'actifs cible est paramétrée dans le modèle de projection stochastique dans la *table d'actifs ASSET_FIXED_PC_CY*.

Les proportions d'actifs définies initialement sont soit en valeur comptable, soit en valeur de marché.

*Avant le YE16, l'approche utilisée pour l'allocation cible était en valeur de marché. La nouvelle approche proposée depuis la clôture 2016 est une allocation cible en **valeur comptable**. Dans cette approche, par rapport à une allocation cible en valeur de marché, le montant d'actif calculé avant allocation cible et avant revalorisation des contrats au 31/12 est en valeur comptable et non en valeur de marché.*

Une allocation cible en valeur comptable présente l'avantage d'avoir une plus grande stabilité des volumes d'actifs conduisant à un maintien des plus-values latentes longtemps. Elle permet également d'éviter les mouvements d'achats / ventes trop importants dans certains scénarios volatils. Cela est d'ailleurs conforme avec l'expérience constatée lorsque l'on regarde les évolutions des portefeuilles d'actifs durant les périodes 2008-2009 pour les actions ou les périodes 2011-2012 pour les portefeuilles crédit. L'allocation en valeur de marché en cas de hausse de marché action par exemple entraîne des cessions pour se ramener au niveau cible initial.

*L'allocation cible est **en réalité à mi-chemin entre une allocation en valeur comptable et en valeur de marché**. C'est dans ce sens que des travaux de recherche et développement pour modéliser une allocation dynamique tenant compte à la fois de la VNC et de la VM, ont été effectués dans le cadre de ce stage de fin d'études.*

2.1.1 Allocation à l'instant initial (t=0) :

Soit la répartition initiale dans le pool k donnée par la relation suivante :

$$Asset_PC^{Pool_k} = \overbrace{\left[\underbrace{e_1, e_2, \dots, e_7}_{\text{classeAction}}, \underbrace{b_1, b_2, b_3, b_4}_{\text{ClasseObligation}}, \text{cash} \right]}^{Pool_k}$$

$$Asset_PC^{Pool_k}(t=0) = \underbrace{\sum_{i \in \{\text{ClasseAction}\}} e_pc_i(0)}_{\text{Equity}} + \underbrace{\sum_{j \in \{\text{ClasseObligation}\}} b_pc_j(0)}_{\text{Bond}} + \text{cash}(0) = 100\%$$

Avec pour tout $i \in \{1, \dots, 7\}$, pour tout $j \in \{1, \dots, 4\}$ $e_pc_i(0) \geq 0$, $b_pc_j(0) \geq 0$

2.1.2 Allocation en cours de projection (t>0) :

Pour chaque année de projection l'allocation initiale est conservée.

❖ **Avantages de l'approche statique de l'allocation d'actifs :**

- *Simplicité pour la mise en œuvre.*
- *Facilité de l'implémentation dans le modèle ALM.*
- *Facilité de compréhension.*
- *Acceptation par le régulateur (ACPR).*

❖ **Inconvénients de l'approche statique d'allocation d'actifs :**

Malgré sa simplicité, l'approche statique présente l'inconvénient de verrouiller de la valeur. En effet, quelque soient les conditions économiques du marché, l'approche statique garde la même proportion pour tous les actifs. Elle ne permet pas ainsi de profiter d'éventuelles performances des rendements des actifs.

Elle ne reflète pas réellement aussi la stratégie financière d'Aviva car la stratégie d'allocation d'actifs est définie chaque année par la direction des investissements et laisse aux « Asset-Managers » une **marge de plus ou moins 10%** sur les catégories d'actifs lors des opérations d'achat et vente d'actifs.

Etat de l'art : pourquoi adopter une stratégie dynamique d'allocation d'actifs ?

L'étape principale de notre étude sur les « management actions » dynamiques a été d'augmenter la sophistication du modèle ALM, notamment de la stratégie d'investissement en réponse des changements futurs reflétés sur les scénarios économiques impactant les indicateurs de valeur comme la VIF, le SCR, les fonds propres.

L'approche dynamique de l'allocation d'actifs peut créer de la valeur car :

- Elle peut déverrouiller la valeur cachée par une approche statique.
En effet, avec la complexité de la modélisation des actifs, des passifs et de leurs interactions, et la sur-simplification de la modélisation dynamique des management actions, le modèle ALM a tendance à **sous évaluer les indicateurs financiers clés** tels que la VIF, la MCEV (Market Consistent Embedded Value), le ratio de solvabilité, la New-Business Value (NBV) car le modèle n'arrive pas à capturer la valeur ajoutée qu'une réaction dynamique aux changements futurs économiques peut apporter aux résultats de la société.
L'approche dynamique peut avoir des impacts financiers significatifs.
- Elle peut améliorer l'ALM car elle permet de tester les stratégies qui peuvent aboutir à une création de valeur par un accroissement des profits de la compagnie.
- Elle améliore la gouvernance par une transparence des décisions que le management prendrait dans certaines situations économiques.
- Elle permet d'être plus en phase avec la réglementation Solvabilité 2 car l'approche dynamique permet de mieux refléter la stratégie d'Aviva au sein du modèle ALM qui permet de produire les résultats solvabilité 2 de la compagnie d'assurance.

2.2 Stratégies d'allocation dynamique d'actifs

Définition :

Dans cette partie, il s'agit de redéfinir à chaque pas de projection, une allocation qui augmente les fonds propres tout en réduisant le SCR au sein de chaque pool.

Cette optimisation de l'allocation d'actifs peut être réalisée sur les indicateurs de performance ou sur les indicateurs de risque :

- Les **indicateurs de performance du capital** qui peuvent être pris comme cible:
 - Augmentation des *Fonds propres*
 - Augmentation du *Taux de couverture économique (VM actifs/ PM)*
 - Etc.

- Les **indicateurs de performance du risque** qui peuvent être pris comme cibles :
 - Augmentation du *ratio de solvabilité*
 - Réduction du *SCR par rapport à la valeur de marché des actifs*
 - Etc.

On ne s'intéresse qu'à la partie du portefeuille en euro, l'allocation sur les fonds en UC n'a pas de sens.

Afin de modéliser les décisions d'achat/vente opérés par Aviva, l'allocation dynamique conserve l'allocation initiale et ajuste à chaque pas de projection les parts des différents actifs du portefeuille, dans le but de maximiser ses fonds propres et/ ou de minimiser son SCR.

L'analyse de l'évolution de la stratégie d'allocation d'actifs définie par la direction des investissements au cours des dernières années (2014-2015-2016)(voir annexes) nous a poussé à axer notre étude sur l'allocation dynamique d'actifs sur les actifs de la classe action car les parts des actifs obligataires sont quasi-stables sur ces 3 dernières années.

***Aucune stratégie dynamique sur les obligations n'a été étudiée dans ce mémoire !
La répartition au total Obligations/Actifs de la classe Action est conservée tout au long de notre étude.***

La méthode d'ajustement est définie ci-dessous :

❖ **Ajustement des indicateurs basé sur l'augmentation des fonds propres ($t > 0$) :**

Dans cette stratégie, nous cherchons à augmenter les fonds propres par une augmentation de la production financière mais aussi par la réserve de capitalisation :

- La participation aux bénéfices peut être augmentée par les plus-values latentes sur les catégories d'actifs risqués.
- La réserve de capitalisation peut être augmentée par des dotations importantes des plus-values latentes des titres amortissables.

Dans notre étude, nous nous limitons à performer les plus-values latentes des actions soit en suivant l'évolution de l'indice action, soit suivant l'évolution des PMVL actions combinée à celle de l'indice action dans un but d'augmentation du ratio de solvabilité.



Nous utilisons comme « driver » de l'allocation dynamique d'actifs au sein de la classe action, la part action dans notre étude.

2.2.1 Stratégie dynamique suivant la performance de l'indice action

(« Trend Following »)

Cette stratégie ne s'appuie pas sur des résultats mathématiques précis mais est la traduction formelle du comportement du marché action c'est-à-dire que l'indice action va suivre sa tendance. Ainsi s'il réalise une bonne performance, on suppose que cela va se reproduire et on augmente la part action dans le portefeuille et vice-versa.

Pour chaque année de projection, on ajuste la part de la catégorie action selon la performance de l'indice action puis on calcule les nouvelles proportions pour les actifs de la classe action (indices). **La répartition globale dans le portefeuille des actifs de la classe action est conservée.**

Il est à noter que le taux d'évolution de l'indice action est défini comme suit :

$$Taux_Evol_{Actions}(t) = \begin{cases} \frac{Indice_{Actions}(t)}{Indice_{Actions}(t-1)} - 1, & \text{si } Indice_{Actions}(t-1) \neq 0 \\ 0, & \text{sinon} \end{cases}$$

Avec,

$Indice_{Actions}(t)$: est lu dans les scénarios économiques

En désignant par **Taux_Evol_Actions**, le taux d'évolution de l'indice action, à chaque pas de temps t, la proportion de la catégorie action est donnée par la relation suivante :

$Taux_Evol_{Actions}(t)$, désigne le taux d'augmentation ou de diminution de la part action à l'instant t.

$$Asset_PC^{Pool_k}(t > 0) = \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} [c_pc_i(0) + e_pc_i(t) + b_pc_i(0)] = 100\%$$

Famille Equity, traitement de l'indice action en suivant la performance de l'indice :

$$e_pc_1(t) = \max(\min(e_pc_1(t-1) \times (1 + Taux_Evol_{Actions}(t)); 100\%); 0\%)$$

Afin de respecter la vision du gérant de portefeuille d'Aviva, la part action ne peut excéder 10%, ni diminuée de 10% de la part initiale des actions. Ainsi, nous procédons à un cadrage de la part actions dans le modèle ALM :

$$-10\% \times e_pc_1(0) \leq e_pc_1(t) \leq 10\% \times e_pc_1(0)$$

Cette condition doit être vérifiée dans la suite du mémoire.

Le réajustement des autres catégories de la famille Action, se fera de la manière suivante :

$$e_{-pc_{i \geq 2}}(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } \sum_{i \in \{2, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1) = 0 \\ \left[\sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(0) - e_{-pc_1}(t) \right] \times \frac{e_{-pc_{i \geq 2}}(t-1)}{\sum_{i \in \{2, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1)} & \text{si } \sum_{i \in \{2, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1) > 0 \end{cases}$$

Dans cette formule, on montre que :

$$\begin{aligned} \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t) &= \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} e_{-pc_{i \geq 2}}(t) + e_{-pc_{i=1}}(t) = \left[\sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1) - e_{-pc_1}(t) \right] \times \frac{\sum_{i \in \{2, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1)}{\sum_{i \in \{2, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1)} + e_{-pc_{i=1}}(t) \\ &= \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(t-1) = \dots = \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} e_{-pc_i}(0) \quad (***) \end{aligned}$$

Ainsi, par récurrence, nous montrons que :

$$\begin{aligned} \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} (c_{-pc_i}(t) + e_{-pc_i}(t) + b_{-pc_i}(t)) &= \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} (c_{-pc_i}(t-1) + e_{-pc_i}(t-1) + b_{-pc_i}(t-1)) = \\ &= \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} (c_{-pc_i}(0) + e_{-pc_i}(t-1) + b_{-pc_i}(0)) \stackrel{(***)}{=} \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} (c_{-pc_i}(0) + e_{-pc_i}(0) + b_{-pc_i}(0)) \end{aligned}$$

ILLUSTRATION NUMERIQUE

Nous illustrons l'évolution de l'allocation en suivant l'indice action.

a. Répartition à t=0

Au FY16, nous avons la répartition des différentes catégories d'actif en valeur comptable suivantes :

ASSET	CATEGORY	POOL	Repartition en valeur comptable à fin 2016
EQUITY	1	1	3.413
EQUITY	2	1	17.903
EQUITY	3	1	1.093
EQUITY	4	1	0.000
EQUITY	5	1	0.231
EQUITY	6	1	0.000
EQUITY	7	1	0.363
BOND	1	1	59.387
BOND	2	1	7.864
BOND	3	1	1.204
BOND	4	1	3.983
Total			95.439

b. Evolution de l'indice action à t=1

Le taux d'évolution de l'indice equity (equit_ret_pc) est calculé :

2016	2017	
Indice Action	equit_ret_pc	
1.00	0.99828	-0.17%

c. Répartition à t= 1

La répartition des différentes catégories d'actif en fin 2017 est décrite ci-dessous :

ASSET	CATEGORY	POOL	Repartition en valeur comptable à fin 2017
EQUITY	1	1	3.407
EQUITY	2	1	17.904
EQUITY	3	1	1.093
EQUITY	4	1	0.000
EQUITY	5	1	0.231
EQUITY	6	1	0.000
EQUITY	7	1	0.363
BOND	1	1	59.391
BOND	2	1	7.864
BOND	3	1	1.204
BOND	4	1	3.983
Total			95.439

Remarque :

1. Total de la répartition des catégories d'actif reste inchangé à fin 2017.
2. La partie Cash est présente dans cette table, elle représente (100 – 95.439 = 4.561)
3. La part action est augmentée en pourcentage de l'augmentation de l'indice action
4. La part action est diminuée en pourcentage de la baisse de l'indice action.

2.2.2 Stratégie dynamique selon l'augmentation du ratio de solvabilité :

L'idée principale de cette stratégie est d'utiliser **le ratio de solvabilité** comme *levier de pilotage de l'évolution de la stratégie d'allocation d'actifs* d'un pas de projection à l'autre.

En effet, nous essayons de **maximiser les profits liés aux actifs de la catégorie action (actifs risqués) sans augmenter le SCR financier, tout en délimitant un intervalle dans lequel l'allocation cible en action (actif) doit varier**. Nous sommes ainsi dans le cadre d'une allocation avec deux degrés de liberté.

Pour procéder à l'exécution de cette stratégie, nous avons rencontré la difficulté de projeter le SCR de marché à chaque pas de temps, avec l'approche en modèle interne d'Aviva avec des fonctions de perte.

Afin de contourner ce problème, nous nous sommes orientés vers une approche **« risk-driver » du SCR et des profits**. Par ailleurs, les plus-ou-moins-values-latentes du fonds en euro, représentent la richesse de ce dernier. En effet, plus le fonds est riche, mieux il est à même d'absorber un choc de marché : le SCR est la différence de NAV entre un scénario central et un scénario stressé. Le SCR financier peut être modélisé principalement comme la somme des trois SCR suivants : *SCR Action, SCR Spread et SCR Taux*.

$$SCR_{Actions} Brut(t > 0) = SCR_{Actions} Brut(t-1) \times \frac{PMVL_{Action}(t)}{PMVL_{Action}(t-1)}$$

Par récurrence, nous avons :

$$SCR_{Actions} Brut(t > 0) = SCR_{Actions} Brut(t=0) \times \frac{PMVL_{Action}(t)}{PMVL_{Action}(t=0)}$$

Les SCR projetés ne dépendent ainsi que du SCR initial, de la PMVL initiale et de la PMVL à t.

Ainsi, nous avons choisi d'utiliser comme *risk-driver* du SCR financier les **PMVL du fonds euro** et comme *risk-driver* du profit lié aux actions **le rendement de l'actif**.

- *Risk-driver* du SCR financier (fonds euro) : **PMVL**
- *Risk-driver* du profit des actifs risqués (classe Action): **rendement de l'actif**

Nous allons ainsi suivre l'évolution de la valeur des plus-ou-moins-values latentes (PMVL) des actions au cours du temps. Pour chaque année de projection, on augmente la part de la catégorie action suivant **les évolutions du taux des plus ou moins-values sur les actions et de l'indice action**, on combine ces deux taux par **un produit**.

$$Taux_Evol_{PMVL_{Actions}}(t) = \begin{cases} \frac{PMVL_{Actions}(t)}{PMVL_{Actions}(t-1)} - 1, & \text{si } PMVL_{Actions}(t-1) \neq 0 \\ 0, & \text{sinon} \end{cases}$$

Avec,

$$PMVL_{Actions}(t) = MV_{Actions}(t) - FAV_{Actions}(t)$$

En désignant par Taux_Evol_Actions, **le produit du taux d'évolution de l'indice action et du taux d'évolution des PMVL action**, à chaque pas de temps t, la proportion de la catégorie action est donnée par la relation suivante :

$Taux_Evol_{Actions}(t)$, désigne le taux d'augmentation ou de diminution de la part action à l'instant t.

$$Asset_PC^{Pool}(t > 0) = \sum_{i \in \{1, \dots, 7\}} [c_pc_i(0) + e_pc_i(t) + b_pc_i(0)] = 100\%$$

Famille Equity, traitement de l'indice action en suivant la performance de l'indice :

$$e_pc_i(t) = \max(\min(e_pc_i(t-1) \times (1 + Taux_Evol_{Actions}(t)); 100\%); 0\%)$$

Les ajustements des autres catégories d'actifs risqués sont faits de la même manière que dans la stratégie précédente.

Dans cette même optique de s'appuyer sur la contrainte réglementaire pour en faire un levier de pilotage de la SAA, une stratégie s'appuyant sur le taux de couverture économique des engagements de l'assureur a aussi été étudiée.

2.2.3 Allocation dynamique selon le taux de couverture économique des engagements :

Nous sommes dans une démarche **d'allocation optimale rendement / risque du taux de l'indice action**. Nous cherchons à optimiser les rendements des actifs sous contrainte de limiter la volatilité liée à l'indice action. Ce taux est défini comme **le rapport de la valeur de marché des actifs et de la Provision Mathématique (PM) globale** :

$$\begin{aligned} \text{Taux_couverture}(pool, t) &= \frac{VM_{Assets}(pool, t)}{PM_{Globale}(pool, t)} \\ \text{Taux_Evol}(t, pool) &= \frac{\text{Taux_couverture}(pool, t)}{\text{Taux_couverture}(pool, t-1)} - 1 \end{aligned}$$

Dans cette formule, sont dotées les plus-values latentes des actions car les actifs sont comptabilisés en valeur de marché, ainsi que les plus values réalisées sur les ventes d'actions, les coupons des obligations et autres productions financières seront intégrées à minimum de 85% dans la provision mathématique au titre de la participation aux bénéfices via la stratégie de revalorisation de fin d'année.

Cette stratégie permet d'ajuster la part actions garantissant les engagements de passif tout en cherchant un meilleur rendement lorsque le taux de couverture est satisfaisant. Ainsi :

- Plus le taux de couverture dynamique augmente (taux de couverture économique > 1), plus on augmente la part des actions.
- Plus le taux de couverture dynamique diminue (au-delà d'un certain seuil : taux de couverture économique < 1) plus on diminue la part des catégories

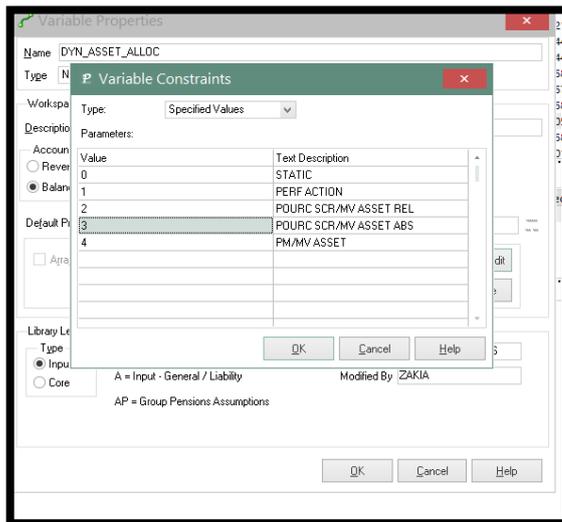
En outre, la proportion d'action et des autres actifs risqués est calculé de la même manière qu'à la stratégie basée sur la performance de l'indice action, en suivant le taux de couverture économiques.

Nous allons à présent décrire la méthodologie d'implémentation des différentes stratégies au sein du modèle ALM d'Aviva dans le progiciel *Prophet ALS*.

Méthodologie d'implémentation des stratégies dynamiques dans PROPHET ALS

1- Création d'une variable « core » dans ALS que j'ai nommée DYN_ASSET_ALLOC.

Cette variable permet de choisir une stratégie d'allocation dynamique des actifs parmi les 4 implémentées. Lorsque cette variable vaut 0, la stratégie correspond à la stratégie statique.



2. Création de deux variables « input » : F_ALLOCATION_BR et F_ALLOCATION_AR.

Ces deux variables contiennent essentiellement le code des différentes stratégies dynamiques respectivement aux phases BR et AR. A partir de la variable ALLOCATION_METHOD qui lie les valeurs de la variable DYN_ASSET_ALLOC, l'algorithme exécutera le code pour la stratégie associée.

3. Modification des deux variables F_POOL_BR et F_POOL_AR pour tenir compte des stratégies dynamiques implémentées dont le code est contenu dans F_ALLOCATION_BR et F_ALLOCATION_AR.

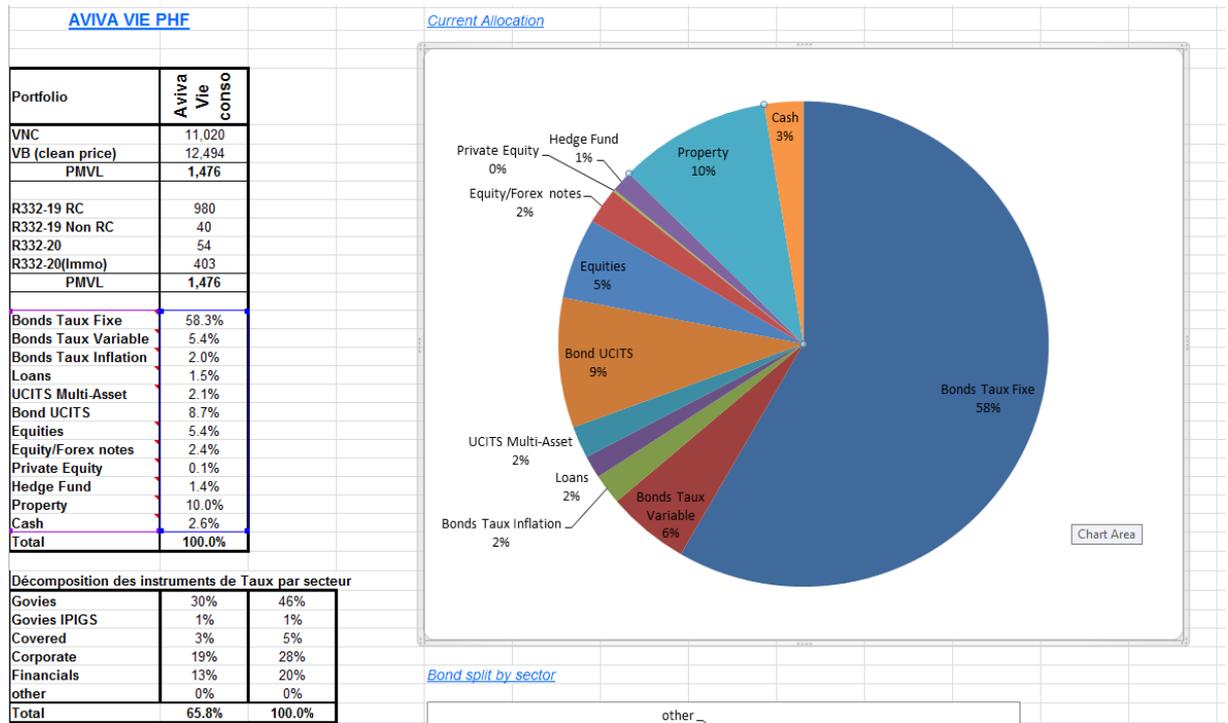
4. Création d'un « Toy Model » qui permet de vérifier que les stratégies dynamiques implémentées dans le modèle correspondent bien à la réalité économique. Il s'agit en effet d'un outil de *backtesting* de notre modélisation.

Changement	Nom	Descriptif
Ajout de variable	DYN_ASSET_ALLOC	<i>Permet de choisir la méthode d'allocation dynamique</i>
Ajout de variable	F_ALLOCATION_BR	<i>Calcul des % de chaque actif à chaque pas de temps en fonction de la méthode</i>
Ajout de variable	F_ALLOCATION_AR	<i>Calcul des % de chaque actif à chaque pas de temps en fonction de la méthode après reserving</i>
Modification de variable	F_POOL_BR	<i>Modification de ASSET_PC pour les catégories d'actifs EQUITY et Bonds (If « Calc_Type = ASSET_FIXED_PC_CY »): On lit les valeurs calculées dans F_ALLOCATION_BR</i>
Modification de variable	F_POOL_AR	<i>Modification de ASSET_PC pour la partie EQUITY et bonds (" IF CalcType = ASSET_FIXED_PC_CY") : On lit les valeurs calculées dans F_ALLOCATION_AR</i>

Nous allons à présent passer à l'analyse des résultats et impacts de nos 3 stratégies dynamiques étudiées dans la dernière partie.

Partie 4 : Analyse des résultats

1. Répartition du portefeuille d'Aviva Vie PHF au 21-10-2016



L'analyse des stratégies dynamiques s'appuiera sur des études d'impacts sur indicateurs de valeur clés de l'entreprise tels que les fonds propres, le SCR, La TVOG, la VIF et les PMVL.

Nous allons donc commencer par définir ces indicateurs de valeur.

2. Définition des indicateurs de valeur et de capital :

1. **La PVFP (Plus Values Futures Profits)** est la valeur actuelle des profits futurs, ceux-ci étant les flux après impôts venant des contrats en stock ainsi que les actifs couvrant ces engagements. Elle représente la valeur actualisée des gains futurs des actionnaires, déterminés sur la base du portefeuille possédé à la date de valorisation, et projeté selon une période raisonnable (nous retenons ici 50 ans). Ils peuvent être interprétés comme étant la valeur future du portefeuille en stock à la date de valorisation.
2. **La Time Value of Options and Guarantees (TVOG)** représente le coût des options et garanties. L'objectif de la TVOG est de préparer l'assureur au fait que les bénéfices doivent être partagés de façon réglementaire entre assureur et assurés alors que les pertes doivent être totalement prises en charge par l'assureur.

- ii. **La Value In Force (VIF)** est la valeur actuelle de tous les résultats futurs, nets d'impôts à laquelle nous soustrayons des coûts complémentaires qui sont estimés estime de manière statistiquement probables.
VIF = PVFP - TVOG.

A noter que les impacts des changements de modèle ALM chez Aviva, sont mesurés en mesure **SSTEC (Short Solvency Term Economic Capital)** au lieu d'une mesure SCR avec les fonctions de perte calibrées sur IM3.

Le SSTEC est mesuré sur les quatre grands risques suivants :

CCorp : risque de crédit sur les obligations Corporate
ECONV : risque de baisse de rendement sur les actions conventionnelles
Eq Vol : Augmentation de la volatilité des actions
FL Down : Baisse du niveau de la courbe des taux risque- neutres.

3. Analyse du « Trend Following » action

Pour l'analyse du « *Trend Following* », nous commençons par mesurer les impacts en central stochastique par rapport au modèle statique, qui est notre référence d'étude, et ceci est valable pour les 3 stratégies dynamiques étudiées.

Les impacts respectivement sur les fonds propres et en SCR de la stratégie dynamique, « *Trend Following* », sont répertoriés dans le tableau suivant :

Estimation		
Fonds propres	-	89.926.706
SSTEC		363.480.638
Surplus libre	-	453.407.345

16. Impact FP/ SCR du Trend Following action

Nous constatons ainsi que le « *Trend Following* » ne représente pas une stratégie favorable dans notre cas d'étude.

Pour une analyse plus détaillée, nous regardons l'écart de profits sur tous les pools numérotés de 1 à 13, car les pools de 14 à 19 concernent uniquement l'entité Antarius qui a été sorti du portefeuille d'Aviva en 2017.

Run	62	71	79	81	83
Product	A_TOUT				
Sub-product	0				
		Ccorp	Econv	Eqvol	FL Down
Année	Year 50	Year 50			
D_PROFIT_PL		Difference			
D_PROFIT_PL(1)	506.122.170	26614019	380163763	265038200	68104562
D_PROFIT_PL(2)	31.449.7357	311205927	225831608	314595668	317622383
D_PROFIT_PL(3)	156.567.946	174192619	130914337	164073377	130079423
D_PROFIT_PL(4)	595.108.345	256274916	515504364	363562276	207319713
D_PROFIT_PL(5)	307.639.890	304420137	220907735	307738601	310718557
D_PROFIT_PL(6)	568.282.627	478997510	447821687	723937026	410097400
D_PROFIT_PL(7)	5.287.929	-58187803	-36900539	-16244748	-69941505
D_PROFIT_PL(8)	192169210	191190304	189833265	188285484	190449071
D_PROFIT_PL(9)	-235803851	-469107294	-381341117	-328908499	-532439601
D_PROFIT_PL(10)	-69339299	-178272861	-139535988	-101407996	-145114883
D_PROFIT_PL(11)	-60989739	-114539716	-94505540	-65560715	-194707565
D_PROFIT_PL(12)	973143397	924703388	761685754	973123463	979995216
D_PROFIT_PL(13)	429494200	419452879	427607463	465956158	331500356
D_PROFIT_PL(14)					
D_PROFIT_PL(15)					
D_PROFIT_PL(16)					
D_PROFIT_PL(17)					
D_PROFIT_PL(18)					
D_PROFIT_PL(19)					
Total	3,682,180,184	2,266,944,026	2,647,986,794	3,254,188,295	2,003,683,128

17. Ecarts de profits Trend Following/ Référence statique

L'étude d'impacts sur la VIF, la PVFP et la TVOG nous a permis de constater que l'impact très négatif en coût de capital du *Trend Following action* provient essentiellement d'une **perte sur la TVOG et non sur les profits de l'entreprise.** En effet, comme mentionné à la première partie du mémoire, les contrats d'assurance vie embarquent des options et garanties cachées.

*Par conséquent, en cas de mauvaises anticipations dans certains scénarios volatils, ces options et garanties coutent très cher à la compagnie d'assurance (Ici on constate une **perte de + de 90%**). Les mécanismes des interactions actif-passif en assurance étant complexes, un trend following action ne peut pas donner de bons résultats en environnement Solvabilité 2 d'après notre avis.*

Elle a été optimisée par la suite pour éviter un nombre important de mouvements en définissant plutôt **un seuil de performance (ou contre performance)** à partir de lequel on alloue dynamiquement soit par la vente ou l'achat d'actions selon les cas. Ici les seuils sont de **+5% et de -5%**.

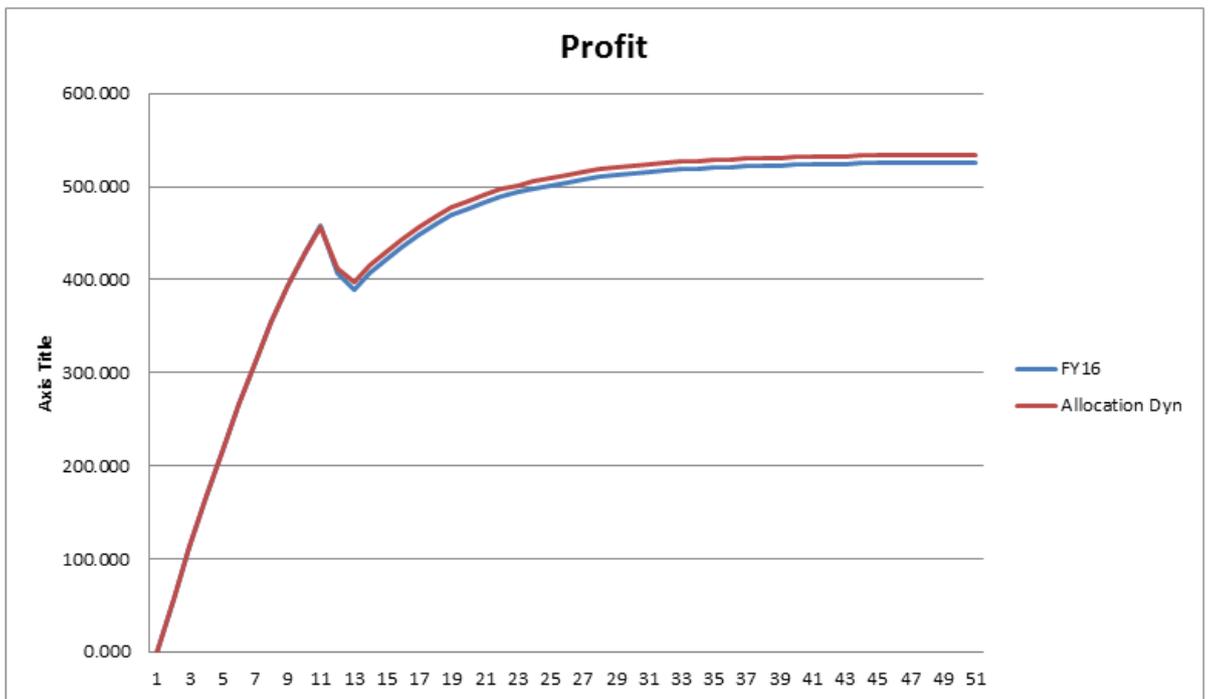
L'idée est de se dire si la performance de l'action à t, dépasse +5% augmenter la part action du taux de rendement de l'indice et dans le sens inverse, si la contreperformance dépasse -5%, diminuer la part actions du taux de l'évolution de l'indice, tout en conservant le cadrage de la part actions évoquée plus haut. Et enfin, si le rendement de l'action est compris entre 5% et -5%, à t conserver la part en actions à t-1.

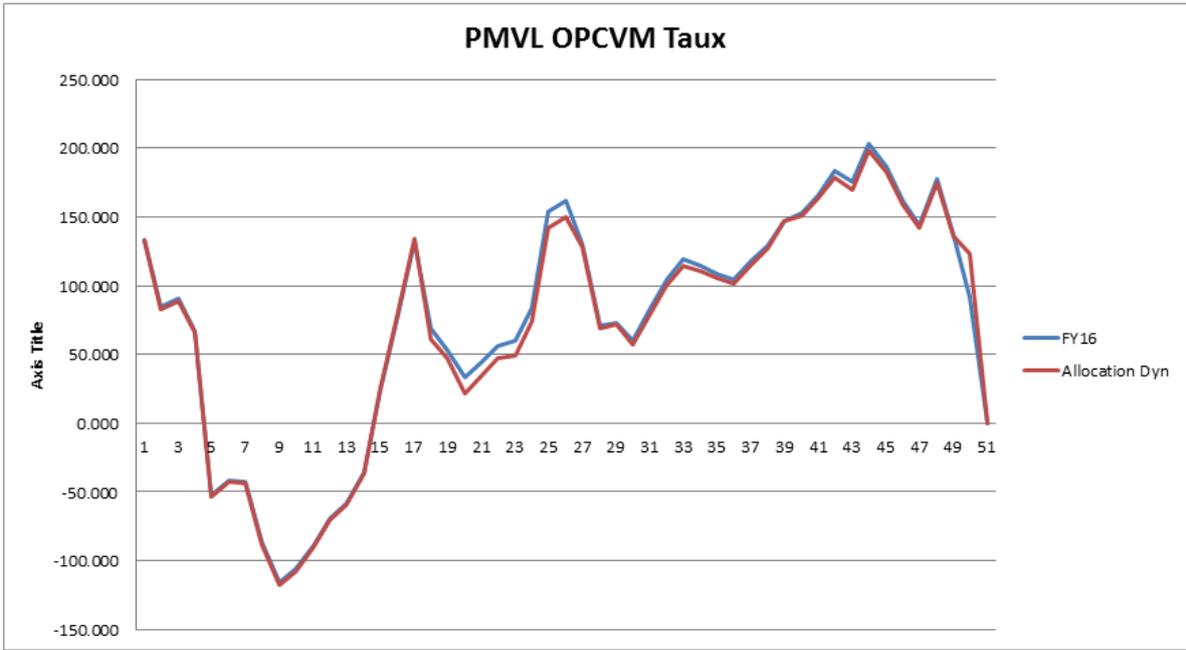
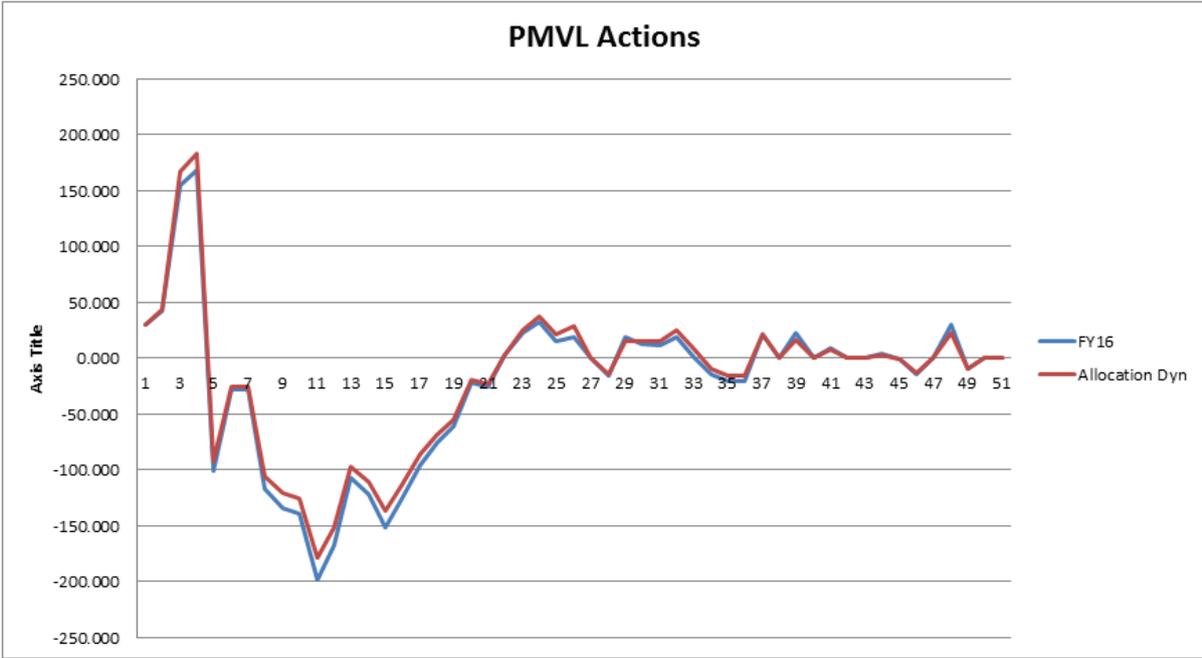
Cette stratégie a permis de limiter les mauvais résultats de la stratégie *Trend Following* à un total de **-100 millions, en limitant l'impact sur la TVOG.**

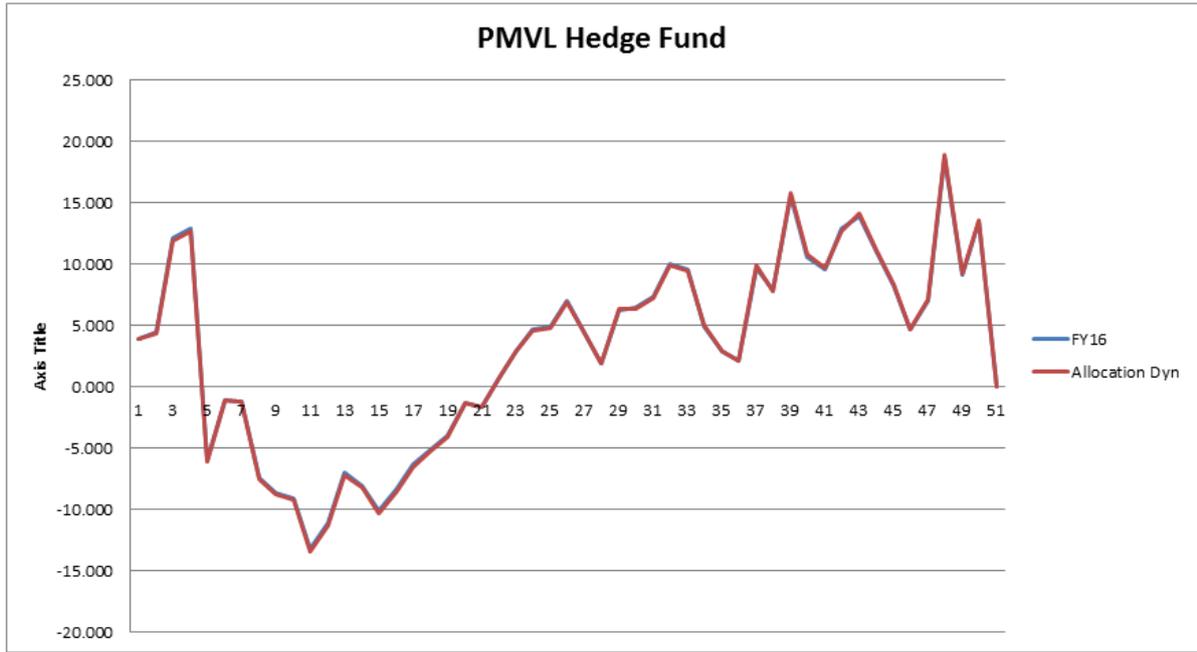
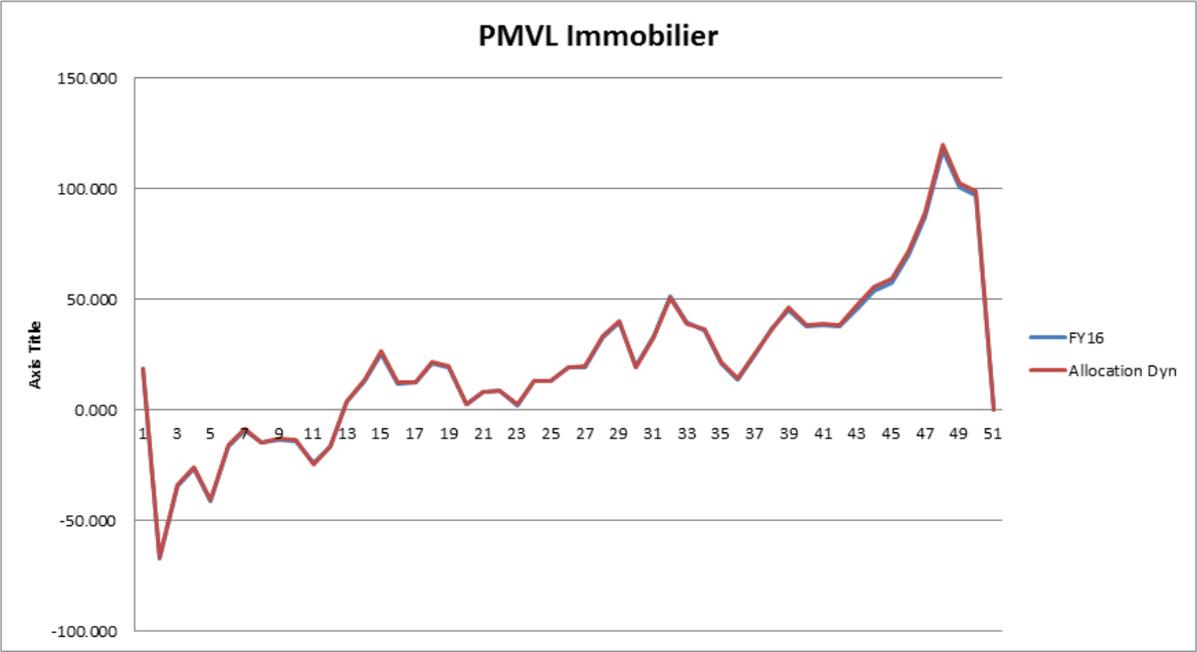
4. Analyse de la stratégie dynamique selon le ratio de solvabilité :

Les premiers impacts de cette stratégie montrent que cette politique de gestion permet d'augmenter les fonds propres par rapport à la référence qui est l'approche statique, d'environ **25 millions** et de réduire le SCR de marché d'environ **65 millions**.

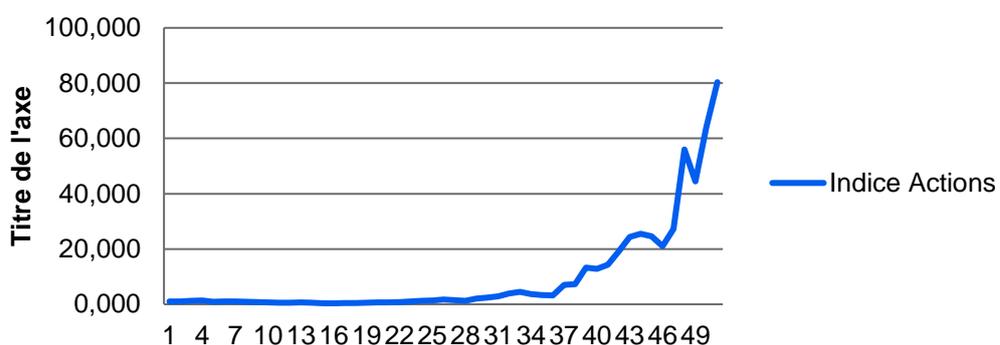
Les graphiques suivant montrent l'évolution du profit et des PMVL des actifs de la classe action en comparaison à l'allocation statique au FY 16.



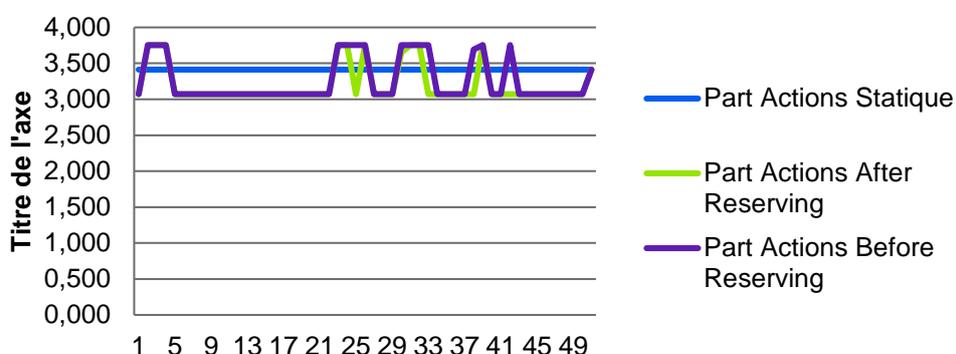




Scénario Indice Actions Trajectoire 1306



Part Allocation des Actions



Remarque importante :

Nous constatons qu'en augmentant la part d'actions dans le portefeuille, et en diminuant la part des autres actifs risqués, pour certains scénarios, les PMVL pour les OPCVM taux ont diminué par rapport au FY 16 où la stratégie d'allocation était statique.

Ainsi, pour optimiser cette stratégie, l'idée serait de **maximiser les profits sur tous les actifs de la classe action en comparant le taux d'évolution des PMVL de tous les actifs risqués.**

Amélioration de la stratégie au sein de la classe action (Implémentation en cours mais non aboutie) :

A chaque pas de projection t :

- Regarder l'évolution des PMVL sur tous les actifs de la classe action (et non que sur les actions).
- Comparer les taux d'évolution des PMVL des actions, des OPCVM Taux et de l'immobilier
On notera α le minimum des taux d'évolution si les PMVL des actifs augmentent et β le maximum des taux d'évolution si les PMVL des actifs baissent.
- Pour les actifs risqués (action, OPCVM taux et immobilier) si les PMVL sont en hausse, augmenter les parts du minimum des taux de PMVL α et inversement, si les PMVL sont en baisse diminuer les proportions de la valeur absolue de β .
- Ajuster les autres catégories d'actifs risqués en **gardant un pourcentage total de la classe action fixe.**

5. Analyse de l'allocation dynamique selon le taux de couverture économique des engagements (TCE) :

Pour l'analyse de la stratégie selon le TCE, les impacts en central stochastique par rapport au modèle statique, qui est notre référence d'étude, sur les fonds propres et en SCR (*chiffres arrondis*) sont répertoriés dans le tableau suivant :

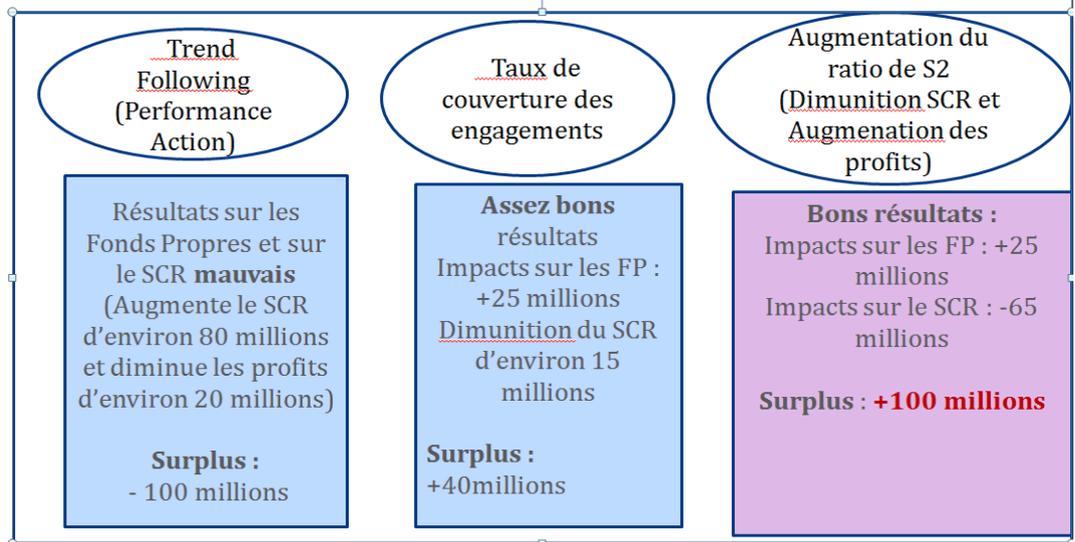
Estimation	
Fonds propres	+25 000 000
SSTEC	-15 000 000
Surplus libre	+40 000 000

Nous constatons ainsi que la stratégie suivant le TCE représente une stratégie assez favorable dans notre cas d'étude et les résultats sont assez intuitifs.

Notons aussi qu'elle réduit de façon moins significative le SCR par rapport à celle s'appuyant sur le ratio de Solvabilité 2, en termes de profits c'est quasi pareil pour ces deux dernières.

Récapitulatif des impacts

Etude d'impacts sur le modèle ALM et indicateurs S2 des 3 stratégies dynamiques



Conclusion générale :

Ce stage de fin d'études, réalisé au sein de la direction de l'Actuariat Financier d'AVIVA France Vie dans l'équipe modèle ALM, a été d'une forte valeur ajoutée à mon cursus et parcours professionnel. En effet, après un premier stage en solvabilité 2 en épargne au sein d'une équipe valeur et un stage en actuariat financier au sein d'un fond d'investissement, cette expérience en modélisation ALM permet de regrouper les différents acquis que j'ai eus au cours de mes stages précédents.

L'objectif principal de ce mémoire était de construire un algorithme de gestion actif-passif dynamique pour un portefeuille d'épargne dans Prophet ALS et de comparer différentes stratégies dynamiques d'allocation d'actifs en se servant de l'approche statique comme référence d'étude. 3 stratégies dynamiques ont été étudiées et implémentées : le « *Trend Following* » Action, une stratégie dynamique se basant sur l'évolution des PMVL actions combinée à celle de l'indice action (**augmentation du ratio S2**) et une stratégie dynamique basée sur le taux de couverture des engagements de l'assureur.

Les impacts ont montré que la stratégie « *Trend Following* » ne donne pas de bons résultats tandis que les deux autres donnent d'assez bons résultats.

En effet, **la stratégie s'appuyant sur l'évolution des PMVL actions, la meilleure ici**, permet d'augmenter les fonds propres d'environ 25 millions et de réduire le SCR d'environ 60 millions, soit un surplus de 85 millions soit une **augmentation de 16% du surplus**, ce qui est assez significatif.

En outre, notre étude a permis de montrer l'importance d'utiliser des *management - actions* dynamiques dans la modélisation : elles permettent ainsi de déverrouiller la valeur cachée par une modélisation statique basique ainsi que d'être plus en phase avec la réglementation Solvabilité 2.

Jusqu'à présent, notre étude sur la stratégie dynamique d'allocation d'actifs s'est intéressée essentiellement aux actifs de la classe action en d'autres termes aux actifs risqués (Actions, OPCVM taux, immobilier, hedge funds etc).

Une amélioration de la stratégie dynamique d'investissement développée est possible par la suite sur les actifs obligataires, notamment sur la méthodologie d'achat et de vente de ces derniers. En effet, actuellement en cas d'achat d'actifs obligataires, le modèle dispose d'un portefeuille standard d'achat défini avec la direction des investissements renseigné dans la table d'actifs ASSET_BUY_BONDS, et en cas de vente, le modèle vend de façon proportionnelle toutes les lignes de l'actif. La méthodologie d'achat/vente d'obligations à ce jour *n'est donc pas optimale*.

Etablir par la suite un arbre de décision selon la valeur du taux forward 10 ans (environnement de taux bas/hausse des taux etc) pour choisir les obligations avec les maturités optimales sur lesquelles le désinvestissement doit se réaliser, pourrait être une solution envisageable.

Bibliographie :

1. *Quelles gestions du risque au sein du processus d'investissement ?*, **ABERDEEN**, étude du 01/04/2016.
2. *Les nouvelles techniques d'allocation d'actifs répondent-elles aux contraintes économiques et financières actuelles ?*, **ABERDEEN-Asset Management 2015**.
3. **Lucie Aubry**, *Optimisation de stratégies de gestion actif-passif dynamiques* (2010).
4. **Code des assurances**
5. *Documentation ALM Aviva - Gestion des actifs*
6. *Documentation ALM Aviva - Cartographie des passifs*
7. *Documentation ALM Aviva - Principes de projection*
8. *Documentation ALM Aviva - Interactions actif-passif*
9. *Documentation ALM Aviva - Calcul des sorties du modèle.*
10. **EIOPA**, « *A technical specification for the preparatory phase part I disclaimer* ».
11. Thèse de **M. Alaedine FALEH** : *les nouvelles techniques d'allocation d'actifs répondent-elles aux contraintes économiques et financières actuelles ?* 2011
12. **Bastien MARBACH**, *Détermination et impact du coût du capital dans le cadre d'une étude d'allocation stratégique d'actifs : Exemple du Fonds Général de Cardif Assurance Vie*, (2013).
13. **Frédéric MORLAYE**, *Solvency 2, Impacts stratégiques et de marché*, RB Edition 2017.
14. **Didier RICHE**, *Mémoire IA : Capital économique en assurance vie : Optimisation de la méthode du LSMC*, (2011).
15. *Publication de la Fédération Française des Assurances*, 25 Juillet 2017.
16. **Valentine RIEB**, *Mémoire IA : Optimisation de la gestion des actifs d'une assurance-vie sous contrôle de l'exposition au risque dans un environnement Solvabilité II*. (2014).
17. **Thierry RONCALLI**, *La gestion d'actifs quantitative*, ECONOMICA 2009.

Annexes confidentielles

1. Table ASSET FIXED PC CY 2016

			CALENDAR_YR - Calendar Year																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
ASSET	CATEGORY	POOL	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030						
"EQUITY"	1	1	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903	4.000965903			
"EQUITY"	2	1	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501	17.3591785501			
"EQUITY"	3	1	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896	1.0850869896			
"EQUITY"	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	5	1	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657	0.1900523657			
"EQUITY"	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	7	1	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182	0.3626149182			
"EQUITY"	8	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
"EQUITY"	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	16	3	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931	6.0231160931			
"EQUITY"	17	3	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045	2.2236707045			
"EQUITY"	18	3	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609	0.0008196609			
"EQUITY"	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	23	4	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465	7.8959373465			
"EQUITY"	24	4	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555	15.5102286555			
"EQUITY"	25	4	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749	1.797927749			
"EQUITY"	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
"EQUITY"	27	5	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313	1.6419263313			
"EQUITY"	28	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Table Documentation - ASSET_FIXED_PC_CY_EC_1216.fac

Table Documentation - 2016

Ms Actuarial Documenta...

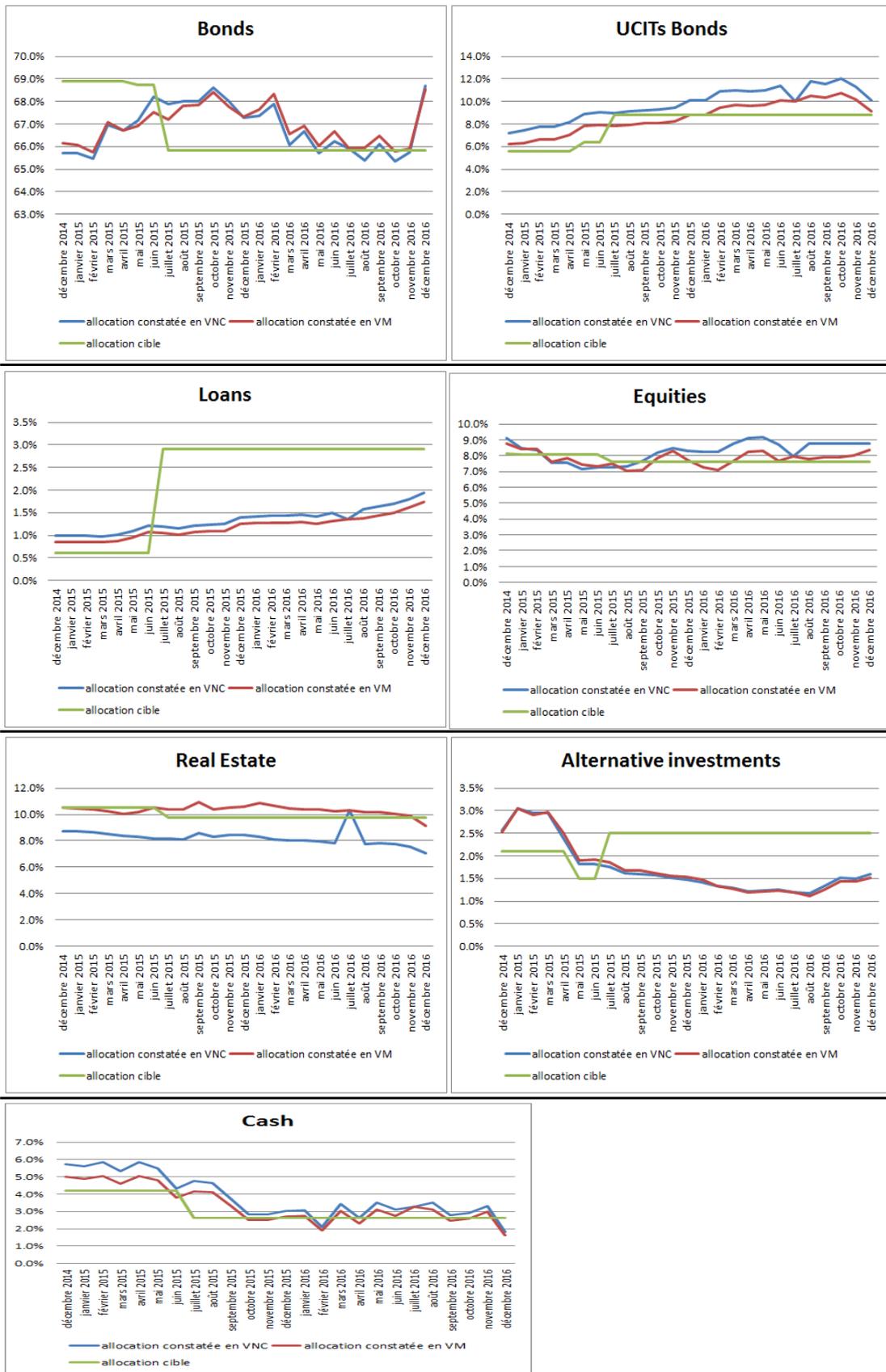
2. Comparaison des allocations constatées (mandats de gestion) et cibles (VM et VNC) par classe d'actif sur le portefeuille Aviva Vie PHF (2014/2015/2016)

• Sous formes de tableaux :

		décembre 2014		janvier 2015		février 2015		mars 2015		avril 2015		mai 2015		juin 2015		juillet 2015		
		allocation constatée	allocation ciblée															
Asset type	Asset class	en VNC	en VM															
Bonds - Direct	Fixed-income	55,1%	56,3%	55,1%	56,3%	55,1%	56,3%	55,1%	56,3%	55,1%	56,3%	55,1%	56,3%	55,1%	56,3%	55,1%	56,0%	
	Floating rate	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,7%	6,6%	6,5%
	Inflation linked	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,3%	3,7%	3,6%
	Total Bonds	65,7%	66,3%	65,7%	66,3%	65,7%	66,3%	65,7%	66,3%	65,7%	66,3%	65,7%	66,3%	65,7%	66,3%	65,7%	65,8%	65,8%
Bonds - UCITS	High Yield	2,5%	2,7%	2,5%	2,7%	2,5%	2,7%	2,5%	2,7%	2,5%	2,7%	2,5%	2,7%	2,5%	2,7%	2,5%	2,4%	2,6%
	Emerging Markets	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,9%
	Convertible	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%
	Other Bonds UCITS	2,9%	2,8%	2,9%	2,8%	2,9%	2,8%	2,9%	2,8%	2,9%	2,8%	2,9%	2,8%	2,9%	2,8%	2,9%	2,7%	2,5%
	Total UCITS Bonds	7,2%	6,3%	7,2%	6,3%	7,2%	6,3%	7,2%	6,3%	7,2%	6,3%	7,2%	6,3%	7,2%	6,3%	7,2%	6,4%	8,8%
Loans	Equity Structured products	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,5%
	Private Equity	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%
	Real Estate Alternative investments	8,7%	10,1%	8,7%	10,1%	8,7%	10,1%	8,7%	10,1%	8,7%	10,1%	8,7%	10,1%	8,7%	10,1%	8,7%	10,4%	9,7%
	Cash	5,7%	4,9%	5,7%	4,9%	5,7%	4,9%	5,7%	4,9%	5,7%	4,9%	5,7%	4,9%	5,7%	4,9%	5,7%	4,2%	2,6%
Total		100,0%	100,0%															

		août 2015		septembre 2015		octobre 2015		novembre 2015		décembre 2015		janvier 2016		février 2016		mars 2016	
		allocation constatée	allocation ciblée														
Asset type	Asset class	en VNC	en VM														
Bonds - Direct	Fixed-income	56,6%	55,5%	56,8%	55,5%	57,4%	55,5%	56,8%	55,5%	56,7%	55,5%	57,3%	55,5%	59,1%	55,5%	58,1%	55,5%

- **Sous formes de graphiques :**



3. Chiffres fictifs de la compagnie (2017) (en euros)

Indicateurs	AER	Aviva Vie Solo
Fonds Propres	1.430.000	4.700.000
SCR	920.000	3.400.000
Surplus	510.000	1.300.000
Ratio de couverture	155%	138%