cea | CENTRE D'ÉTUDES ACTUARIELLES

INSTITUT DES ACTUAIRES

Mémoire présenté devant le Centre d'Etudes Actuarielles pour la validation du cursus à la Formation d'Actuaire du Centre d'Etudes Actuarielles et l'admission à l'Institut des Actuaires le 20 mars 2017

Par : Jérôme Guétin-Maleprade et Michaël Leduc

Titre : Eurodiversifié/Eurocroissance et Solvabilité II : Influence des paramètres produit et de l'allocation d'actifs sur le capital réglementaire

Confidentialité : ☒ NON ☐ OUI (Durée : ☐ 1an ☐ 2 ans)
Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus

Membre présent du jury de l'Institut des Actuaires :

_____

_____

_____

Membres présents du jury du Centre d'Etudes Actuarielles :

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Secrétariat :

Bibliothèque :

Entreprise : Optimind Winter

Nom : Julie Norguet (responsable formation)

Signature / Cachet :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Corinne Jehl

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

Christophe Eberlé

Signature(s) du candidat(s)

CEA | CENTRE D'ÉTUDES ACTUARIELLES

Eurodiversifié/Eurocroissance et Solvabilité II :
Influence des paramètres produit et de l'allocation d'actifs sur le capital réglementaire

par
Michaël LEDUC
Jérôme GUETIN MALEPRADE

Promotion 2009-2010

Mémoire présenté au Centre d'Études Actuarielles
en vue de l'obtention du titre d'actuaire

Décembre 2015

Limites

Notre mémoire a pour objectif de présenter l'impact des paramètres produit et de l'allocation d'actifs sur le SCR dans le cadre de produits donnant lieu à constitution de provision de diversification.

Ces produits, dont le principe a été initié sans grand succès en 2003, ont suscité à nouveau l'intérêt des assureurs depuis le début des années 2010 du fait de la nécessité de proposer une alternative au support en euros. Nous avons donc choisi d'étudier le produit Eurodiversifié. En 2013, un rapport des députés Berger et Lefebvre crée le produit Eurocroissance qui reprend les principes de l'Eurodiversifié. Les textes réglementaires définissant les règles propres à l'Eurocroissance ayant été arrêtés en septembre 2014, notre étude s'appuie certes principalement sur le produit Eurodiversifié mais propose surtout des conclusions transposables à l'Eurocroissance.

Nous avons intégralement constitué un outil permettant d'effectuer le calcul des éléments Solvabilité II à partir de paramètres produit et d'une allocation d'actifs donnés.

Au-delà de cette approche Solvabilité II, nous déterminons également le rendement des contrats pour l'assuré, le coût des apports en fonds propres ainsi que le montant des prélèvements assureur en termes de frais de gestion et de quote-part de PB en fonction des mêmes paramètres.

Nous offrons ainsi une vision assuré et assureur mais notre mémoire ne se veut pas être une étude de rentabilité des produits donnant lieu à constitution de provision de diversification.

Le temps de traitement de ces nombreuses données, la multiplicité des scénarios étudiés ainsi que notre volonté de mettre en lumière de façon claire l'impact de chacun des paramètres, nous ont contraints à effectuer des simplifications qui constituent les limites de notre étude. Afin d'obtenir des résultats plus affinés et/ou plus proches d'un scénario réel, il serait nécessaire de considérer :

- Une modélisation plus fine de l'actif;
- Une prise en compte d'une variation brutale des taux en cours de scénario dans le cadre des résultats économiques (rendement, sous-couverture, etc…) ;
- Une clause de PB réaliste (95% sur la valeur de la part de PD (VL); 5% PM par exemple) ;
- Une prise en compte de la Provision Collective de Diversification Différée (PCDD) ;
- Une reprise par l'assureur des apports de fonds propres en cas de sous-couverture ;
- Une prise en compte de la durée choisie par l'assuré comme un paramètre produit d'étude.

Résumé

Notre mémoire a pour objectif de présenter l'impact de paramètres produit (niveau de garantie au terme, type de fonds, clause de PB) et de l'allocation d'actifs sur le SCR dans le cadre de produits donnant lieu à constitution de provision de diversification.

Ces produits, dont le principe a été initié sans grand succès en 2003, ont suscité à nouveau l'intérêt des assureurs depuis le début des années 2010 du fait de la nécessité de proposer une alternative au support en euros, nécessitant une mobilisation de fonds propres importante sous Solvabilité II et présentant un risque en cas de remontée brutale des taux.

Ces produits se caractérisent par une gestion en deux « poches » au passif, à savoir :

- La Provision Mathématique qui est égale à la garantie au terme (=niveau de garantie choisi par l'assuré * capital investi) actualisée (ou non) ;
- La Provision de Diversification qui est égale à la différence entre la valorisation de l'actif et la Provision Mathématique.

En 2013, est créé le produit Eurocroissance qui reprend les principes de l'Eurodiversifié. Les textes réglementaires définissant les règles propres à l'Eurocroissance ayant été arrêtés en septembre 2014, notre étude s'appuie certes principalement sur le produit Eurodiversifié mais propose surtout des conclusions transposables à l'Eurocroissance.

Les produits donnant lieu à constitution de provision de diversification dépendent de nombreux paramètres, choisis par l'assuré à la souscription mais également de multiples variantes de gestion à la main de l'assureur, notamment le mode de distribution de la Participation aux Bénéfices. Par ailleurs, la présence d'une provision garantie à terme et d'une provision plus risquée devant apporter le rendement nécessitent une étude préalable précise de la politique d'investissement à l'actif en fonction de l'espérance de rendement souhaitée.

Afin de pouvoir prendre en compte un maximum de ces paramètres, notre étude s'appuie sur un générateur de scénarios économiques paramétrable que nous avons entièrement conçu. En plus du calcul des éléments Solvabilité II, notre outil nous permet d'avoir accès à de nombreuses données financières au terme du contrat mais également en cours de vie du contrat (calcul des PB trimestrielles, dotation de l'actif en fonds propres en cas de sous-couverture…).

Abstract

Our memory aims to present the impact of parameters (level of guarantee at the term, type of Fund, profit-sharing clause) and assets allocation on the SCR as part of products giving rise to constitution of provision for diversification.

These products, whose principle was initiated without a lot of success in 2003, have again aroused the interest of insurers since the start of the 2010s because of the need to offer an alternative to euro funds, requiring significant mobilization of own funds under Solvency II and are risky in case of sharp rise in rates.

These products are characterized by a liabilities management in two parts, namely:

- Mathematical Reserve (MR) which is equal to the term warranty (= level of guarantee at term chosen by the insured * invested capital) updated (or not) ;
- Technical Reserve of Diversification (TRD), which is equal to the difference between the valuation of assets and this of Mathematical Reserve.

In 2013, the Eurocroissance product that takes up the principles of the Eurodiversifie, is created. Regulations defining the specific rules of the Eurocroissance have only been established in September 2014, therefore our study relies mainly on the Eurodiversifie product, but offers conclusions that are mostly transposable to the Eurocroissance.

The products giving rise to constitution of Technical Reserve of Diversification depend on many parameters, chosen by the insured to the subscription but also of multiple variants of management to the hand of the insurer, including the type of profit-sharing distribution. On the other hand, the presence of a guaranteed provision at term and a provision more risky to bring performance requires a precise preliminary study of the investment policy on the assets side according to the expected return expectancy.

In order to take into account a maximum of these parameters, our study is based on a customizable economic scenario generator that we completely designed. In addition to the calculation of the Solvency II elements, our tool allows us to have access to a lot of financial data at the end of the contract, but also during the life of the contract (calculation of the quarterly profit-sharing, allocations of assets in equity in case of under-coverage...).

Synthèse

Mots-clés : Eurodiversifié, Eurocroissance, allocation CPPI, modèles de Heath-Jarrow-Morton et de Merton à sauts, Solvabilité II, SCR, GSE paramétrable, rendement financier, sous-couverture.

Les problématiques de rendement de l'épargne et la création des produits Eurodiversifié et Eurocroissance

L'épargne sur les contrats d'assurance vie est à 85% réalisée sur des fonds en euros dont la rentabilité ne cesse de se dégrader. En effet, l'environnement économique et financier morose, associé à la baisse régulière des taux du marché, donne lieu à une baisse des taux servis sur les fonds en euros.
L'État souhaiterait idéalement que les placements des Français financent l'économie et donc que cette épargne soit investie sur des placements exprimés en unités de compte, mais l'arbitrage des ménages dans le contexte de baisse de la compétitivité de l'assurance vie « classique » se fait plutôt vers des produits défiscalisés, type livret A, dont le plafond augmente régulièrement depuis 2012 (avec une recommandation d'augmentation de 25% en 2015 et 2016). De plus les incertitudes sur les marchés financiers n'encouragent pas les Français à investir sur les marchés actions.
Dans cette période, c'est dans l'optique de dynamiser la collecte sur ces véhicules du financement de l'économie réelle via l'assurance-vie que les politiques relancent les supports diversifiés et créent le contrat Vie Génération.

Le principe des contrats eurodiversifiés a été défini dans le cadre de la loi Fillon du 21 août 2003 (loi n°2003-775) pour les contrats PERP. Le 26 juillet 2005, la loi n°2005-842 pour la confiance et la modernisation de l'économie a élargi le principe de l'Eurodiversifié aux contrats d'assurance-vie. En 2013, dans le cadre du rapport sur l'épargne financière des députés Berger et Lefebvre, est exposé le produit Eurocroissance, dont les derniers textes ont été votés en septembre 2014, qui a des caractéristiques communes aux fonds eurodiversifiés mais ont également fait l'objet d'adaptations propres.

L'objectif des contrats d'assurance-vie eurodiversifiés et Eurocroissance dont le support est mixte (euros/parts) est de surperformer les supports en Euros classiques tout en garantissant un capital à l'assuré. Le capital garanti peut correspondre :

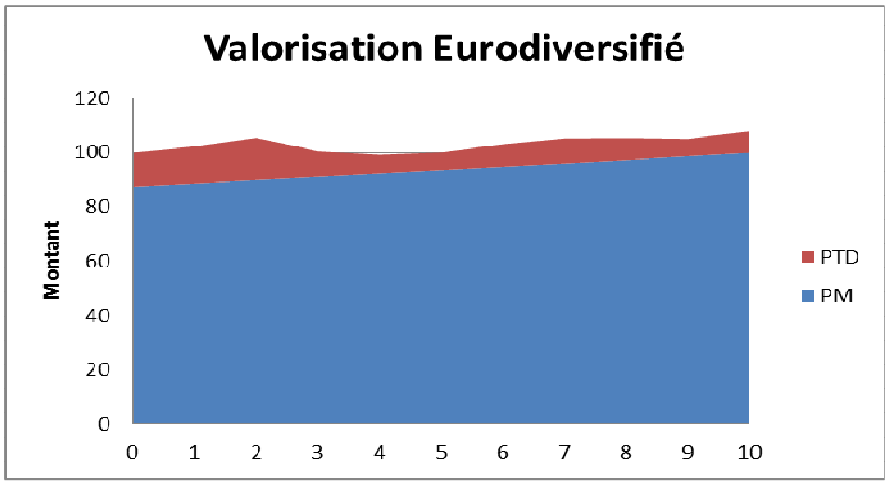
- à un capital garanti au terme, via un pourcentage de la prime versée par l'adhérent (par exemple 100%) éventuellement revalorisé annuellement à un taux minimum garanti (TMG), cas des contrats dit actuariel,
- ou à un capital garanti à tout moment, correspondant à un pourcentage de la prime, investie sur la PM, cas des contrats contractuels. Ainsi ce contrat permet à l'assuré de toucher au minimum ce qu'il a versé sur la PM de son contrat.

Pour assurer ses engagements, l'assureur doit constituer deux provisions obligatoires : la provision mathématique (PM) et la provision technique de diversification (PTD). L'assureur peut alors proposer deux types de fonds diversifiés : un fonds dit actuariel ou un fonds dit contractuel. Selon le contrat choisi par l'assuré, la PM correspond respectivement, pour chaque arrêté comptable, à l'actualisation du capital garanti au terme et au capital garanti au terme. Lors de chaque arrêté comptable, la PTD sera égale, avant distribution de la Participation aux Bénéfices (PB) et pour les deux types de fonds, à la différence entre la valorisation en valeur de marché de l'actif et la PM. Cette provision a donc pour vocation d'absorber les gains ou les pertes du fonds.

La PB, globalement égale à la valorisation de l'actif entre deux arrêtés nette de la valorisation de la PM entre ces deux mêmes arrêtés, est distribuable selon trois modes, éventuellement panachables :

- La PB peut valoriser la Valeur de la part de PTD (VL) ;
- La PB peut permettre l'acquisition de nouvelles parts de PTD ;
- La PB peut permettre de valoriser la PM et, par conséquent, la garantie au terme.

Le graphique suivant illustre les principes de l'Eurodiversifié investi sur un fonds actuariel pour une garantie de capital à 100% et un taux d'actualisation flat. Nous constatons la valorisation régulière de la PM et la fluctuation de la PTD en fonction des performances du fonds sur les marchés financiers.



Graphique de valorisation des provisions de l'Eurodiversifié

Le contexte actuel présenté ci-avant ainsi que la mise en place du produit Eurocroissance encouragent les assureurs à proposer les supports diversifiés au sein de leur offre commerciale. Il leur faut pour cela appréhender le fonctionnement de ce type de contrats et également étudier la façon dont ils vont s'inscrire dans le cadre de la réforme Solvabilité II.

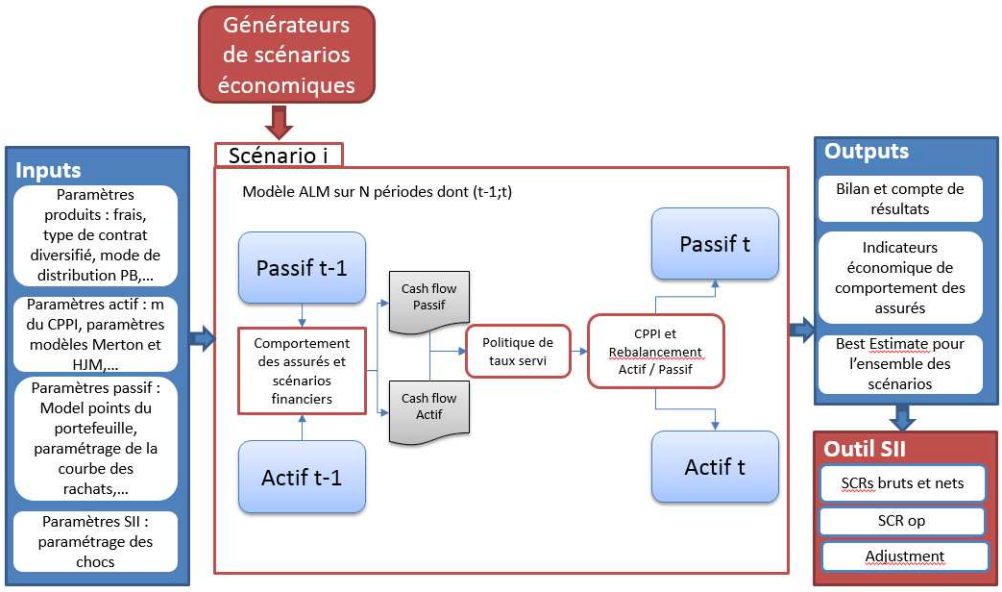
Objectif du mémoire

Ce mémoire s'attache à l'étude du comportement des contrats diversifiés au regard de la Directive Solvabilité II en fonction des variantes liées à ces contrats (type de fonds, clause de participation aux bénéfices, niveau de garantie) et à leur gestion financière (allocation d'actifs).
Après avoir présenté, dans un premier temps, la modélisation réalisée du portefeuille, nous avons analysé et comparé les résultats économiques puis les SCR en fonction des paramètres produits et de l'allocation d'actifs sus-mentionnés.
Dans une dernière partie, nous avons effectué la même étude sur le produit Eurocroissance.

Une modélisation Actif/Passif dynamique

Pour réaliser notre étude de différentes variantes du produit Eurodiversifié, nous avons intégralement conçu un outil permettant d'entrer en input les paramètres produit souhaités et de générer des flux sur un portefeuille d'assurés prédéfini à l'aide d'un générateur de scénarios économiques en risque neutre ou risque réel.

Un ensemble complet de résultats financiers, comptables (compte de résultat, bilan, flux de sortie) et Solvabilité II (différents SCR selon les chocs appliqués, fonds propres) est ensuite disponible pour analyse.



Pour appréhender au mieux l'impact de la variation des paramètres produits, nous avons pris en compte une liste exhaustive de paramètres :

- les paramètres produits à la main de l'assuré :
  - niveau de garantie au terme : dans ce mémoire, 3 niveaux de garantie au terme sont étudiés 100%, 80% et 60%
  - types de fonds : actuariel ou contractuel,
- les paramètres à la main de l'assureur : clause de PB, frais prélevés et allocation d'actifs.

Les actifs de notre étude sont divisés en deux « poches », une poche obligataire d'actifs non risqués et une poche d'actifs risqués de type action. L'allocation de ces actifs est définie selon la méthode du CPPI en fonction de la composition des deux provisions au passif (PM et PD).

Le modèle retenu pour décrire la dynamique de la courbe des taux et définir le prix des obligations est le modèle HJM. La valorisation de la poche d'actifs risqués se fait selon le modèle de Merton à sauts.

Dans le cadre de notre mémoire, nous avons considéré deux types d'allocation d'actifs :

- Une allocation alignée sur le passif (obtenue par un coefficient CPPI égal à 1) ;
- Une allocation dynamique 80%/20% correspondant à une allocation à 80% en actifs non risqués et à 20% en actifs risqués. Cette allocation est obtenue par un coefficient CPPI éventuellement inférieur à 1 et variant selon la composition du passif.

A travers le prisme de ces variantes, les résultats de l'étude s'articulent autour de deux grands axes :

- Les résultats économiques :

Ce mémoire met en évidence l'impact des paramètres produits sur les résultats en termes de comportements des assurés, de rendement, d'apport de fonds propres en cas de sous-couverture et de prélèvements de l'assureur au titre des frais de gestion et de la quote-part assureur de la PB. Ces résultats prennent en considération aussi bien l'optique de l'assureur que de l'assuré.

- Les résultats Solvabilité II :

L'impact sur le SCR des différents paramètres assureurs et assurés est traité dans une deuxième partie.

Résultats et analyses

Résultats économiques

Les résultats économiques mettent en évidence les analyses effectuées sur les résultats obtenus sur les éléments suivants au cours des simulations, selon les différents types de produits analysés :

- Décès et rachats

Nous avons défini les probabilités de rachat en fonction de situation de plus ou moins-value du contrat. Lorsque le contrat est en moins-value, sa probabilité de rachat diminue à l'approche de l'échéance, échéance qui s'accompagne d'une garantie.
En univers risque neutre, tout paramètre se traduisant par une part actions plus importante (allocation d'actifs alignée sur le passif, niveau de garantie au terme réduit, contrat actuariel, PB sur la PD) a tendance à favoriser la moins-value du fait de la volatilité plus importante des actions et de la prise de quote-part assureur plus importante. De ce fait, le nombre de rachats avant terme est moindre et les nombres de rachats au terme et de décès sont plus élevés. Ce principe est d'autant plus observable en rendement actions historique.

- Rendement

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20%, en univers risque neutre, nous observons que le rendement annualisé des contrats augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue quel que soit le type de contrat et quelle que soit la clause de PB. Ceci s'explique par une allocation privilégiée de la PB en obligations qui implique une volatilité moindre de la plus-value générée et un prélèvement moindre de la quote-part de PB.
Pour les mêmes raisons, nous constatons que les contrats affectant leur PB sur la PM offrent un meilleur rendement et, qu'à niveau de garantie au terme équivalent, les contrats actuariels offrent un meilleur rendement que les contrats contractuels.
Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, en univers risque neutre, nous observons que le rendement annualisé des contrats diminue sensiblement lorsque le niveau de garantie au terme diminue quel que soit le type de contrat et quelle que soit la clause de PB. Cette baisse s'explique par une part grandissante des actions lorsque le niveau de garantie au terme diminue, engendrant volatilité de l'actif et prise grandissante de quote-part de PB. Ces observations sont d'autant plus marquées en rendement actions historique.

- Apport de fonds propres en cas de sous couverture

Pour rappel, l'apport de fonds propres est nécessaire lorsque la valorisation en valeur de réalisation de l'actif du canton est inférieure à la somme de la $PM_{globale}$ et du produit du nombre global de parts de PD par la VL_{min} de la PD (5 € dans le cadre de notre étude).

Que l'on se situe en allocation dynamique 80%/20% ou en allocation alignée sur le passif, le fait que cette allocation soit dynamique réduit fortement la probabilité de sous-couverture. Dans le cadre de notre étude, seuls les scénarios à 100% de garantie à terme nécessitent un apport très limité en fonds propres. Cette situation s'explique par le fait que le montant de PD étant plus faible dans le cas d'une garantie à terme à 100%, une variation sensible de la valorisation de l'actif peut avoir pour effet de réduire à néant la PD et donc nécessiter un apport de fonds propres du fait de l'atteinte de la VL_{min} de la PD.

- Prélèvements de l'assureur

Par définition, le montant des frais de gestion est étroitement lié aux performances du contrat Eurodiversifié en termes de rendement. Comme attendu, plus le rendement est important plus le montant des frais de gestion est élevé.

Le montant prélevé par l'assureur sous forme de quote-part de PB est fortement dépendant de la proportion d'actif investie sur l'actif risqué, actif générant des rendements supérieurs. La distribution de la PB sur la PM va sécuriser une partie de l'épargne sur la part d'actif non risqué ce qui a pour effet de diminuer légèrement la quote-part de PB prélevée au fil du temps par rapport aux autres modes de distribution.

Résultats Solvabilité 2

La principale étude sur Solvabilité 2 est celle de **l'impact du niveau de garantie et de la clause de PB sur le SCR**.

- <u>En univers risque neutre :</u>

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20%, que le fonds choisi soit contractuel ou actuariel, **le SCR diminue lorsque le niveau de garantie diminue**. Ceci s'explique par la hausse du BE standard lorsque la garantie au terme diminue.

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, que le fonds choisi soit contractuel ou actuariel, **le SCR augmente lorsque le niveau de garantie diminue**. Ceci s'explique par une proportion en action risqué plus élevée lorsque le niveau de garantie diminue et donc un $SCR_{Marché}$ significativement plus important.

Dans tous les cas de figure, le SCR est plus faible lorsque la PB est intégralement distribuée sur la PM. En effet, cette règle de distribution a tendance à augmenter les Best Estimate standard et choqué et donc réduire le SCR.

- En rendement action historique :

En rendement action historique, dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, le rendement action et donc le rendement global du fonds est supérieur au rendement risque neutre, ce qui a pour conséquence d'augmenter les Best Estimate.
Les SCR rendement action historique suivent les mêmes tendances qu'en univers risque neutre mais sont moindres.

Nous avons étudié dans un deuxième temps, **l'impact du type de fonds sur le SCR**.

- En univers risque neutre :

Nous constatons que, selon l'allocation d'actifs choisie, l'impact du type de fonds n'est pas le même.

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20%, à niveau de garantie égal, **les fonds actuariels présentent un SCR plus faible que les fonds contractuels**. Cette tendance est valable pour les principaux sous-modules : $SCR_{intérêt\ up}$, SCR_{action}, SCR_{rachat}. Ceci s'explique par un Best Estimate standard plus élevé pour les contrats actuariels.

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, à niveau de garantie égal, **les fonds actuariels présentent un SCR plus élevé que les fonds contractuels**. Cette tendance est valable pour les principaux sous-modules : $SCR_{intérêt\ up}$, SCR_{rachat} mais surtout le SCR_{action}. Ceci s'explique par un Best Estimate standard plus faible pour les contrats actuariels.

Dans tous les cas de figure, le SCR est plus faible lorsque la PB est intégralement distribuée sur la PM. En effet, cette règle de distribution a tendance à augmenter les Best Estimate standard et choqué et donc réduire le SCR.

- En rendement action historique :

En rendement action historique, dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, le rendement action et donc le rendement global du fonds est supérieur au rendement risque neutre, ce qui a pour conséquence d'augmenter les Best Estimate.
Les SCR rendement action historique suivent les mêmes tendances qu'en univers risque neutre mais sont moindres.

Enfin, nous étudions le dernier élément, **l'impact du type d'allocation d'actifs sur le SCR**.

Pour étudier l'impact du type d'allocation d'actifs, nous nous sommes placés en univers risque neutre, nous avons fixé un taux de garantie au terme et un type de fonds (actuariel ou contractuel). Le taux de garantie au terme fixé est volontairement réduit dans notre comparaison (60%) afin de mettre en lumière la différence de SCR induite par les deux types d'allocation d'actifs.

Nous avons ensuite comparé, pour les 3 modes de distribution de PB (100% PM, 100% en nombre de parts de PD et 100% sur la VL de la PD), les SCR.

Pour les contrats actuariels, nous constatons que le SCR est en moyenne 2,5 fois plus élevé pour les contrats disposant d'une allocation d'actifs alignée sur le passif que pour les contrats disposant d'une allocation dynamique 80%/20%.

Les **contrats ayant une allocation d'actifs alignée sur le passif** ont un SCR_{Vie} **en moyenne 80% plus élevé** que les contrats ayant une allocation d'actifs dynamique 80%/20%, notamment du fait du SCR_{rachat}. Le $SCR_{Marché}$ **est quant à lui environ 4 fois plus élevé** pour les contrats ayant une allocation d'actifs alignée sur le passif. Cet écart important s'explique par le $SCR_{intérêt\ up}$ mais surtout le SCR_{action}. En effet, comme précisé ci-dessus, le niveau de garantie au terme réduit dans notre comparaison (60%) implique une part de 40% d'actifs risqués dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif contre 20% seulement dans le cadre d'une allocation dynamique 80%/20%.

La supériorité des SCR pour les contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif s'explique notamment par un Best Estimate standard plus faible pour ces contrats. Cela vaut aussi pour les contrats distribuant leur PB sur la PM même si les SCR sont alors moindres du fait d'un Best Estimate standard plus élevé.

Pour les contrats contractuels, les observations et **les conclusions sont les mêmes que pour les contrats actuariels mais avec des écarts moindres**. En effet, le SCR est en moyenne 1,8 fois plus élevé pour les contrats disposant d'une allocation d'actifs alignée sur le passif que pour les contrats disposant d'une allocation dynamique 80%/20%.

Il est normal que les SCR soient plus proches car la PM au passif n'étant pas actualisée, les contrats à allocation alignée sur le passif ont une allocation plus proche de celle des contrats à allocation 80%/20%.

Transposition à l'Eurocroissance

Nous avons comparé un contrat Eurocroissance avec un contrat actuariel dans le cadre d'une allocation alignée sur le passif en considérant un rendement action historique.

Le calcul de la PM dans le cadre de l'Eurocroissance se faisant avec un taux d'actualisation plus important (90% TME) que pour le contrat Eurodiversifié actuariel (75% TME), sa PM est plus faible et, par conséquent, sa PTD plus importante.

Nous étant placés dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, la part actions de l'Eurocroissance est plus importante que celle de l'Eurodiversifié actuariel. De ce fait, les observations faites sur l'Eurocroissance, en considérant les hypothèses de notre étude, sont similaires à celles de l'Eurodiversifié actuariel tout en présentant les caractéristiques actions de façon plus marquée : plus de rachats au terme, un rendement moindre, plus de fonds propres apportés, des frais de gestion plus faibles mais une quote-part assureur plus élevée. Concernant les éléments Solvabilité II, les contrats Eurocroissance présentent des SCR plus élevés, notamment le SCR_{action}.

Summary

Keywords: Eurodiversifié, Eurocroissance, CPPI allocation, Heath-Jarrow-Morton and Merton's jump diffusion models, Solvency II, SCR, parameterizable GSE, financial yield, undercoverage.

Performance issues of savings and the creation of "Eurocroissance" and "Eurodiversifié" products.

85% of household contributions to life insurance contracts are made through euro funds whose profitability continues to deteriorate. Indeed, the gloomy economic and financial environment, combined with the steady decline in market rates, result in lower rates on euro fund.

The French government would ideally like that the investments by its citizens finance the economy, and therefore these savings should be invested on unit-linked funds. However, the arbitration of households in the context of declining competitiveness of classical life insurance is moving more towards tax-free products, like Livret A, whose maximum threshold has been rising steadily since 2012 (with a 25% planned increase in 2015 and 2016). In addition, uncertainties in the financial markets do not encourage the French people to invest in equity markets.

In this period, in order to boost the inflows on contracts which enable real economic and financial growth, politicians decide to revive "Eurodiversifié" contracts and create the "Vie Génération" contract.

The principle of the "Eurodiversifié" contract has been defined for PERP contracts under the Fillon law of August 21, 2003 (Act No. 2003-775). On the 26th of July 2005, Law n° 2005-842 for the confidence and modernization of the economy expanded the principle of the "Eurodiversifié" product to life insurance contracts. In 2013, as part of the report on the financial savings of deputies Berger and Lefebvre, the "Eurocroissance" product, whose last legislative texts were voted in September 2014, is revealed. It has common characteristics with the "Eurodiversifié" product but also its own adaptations.

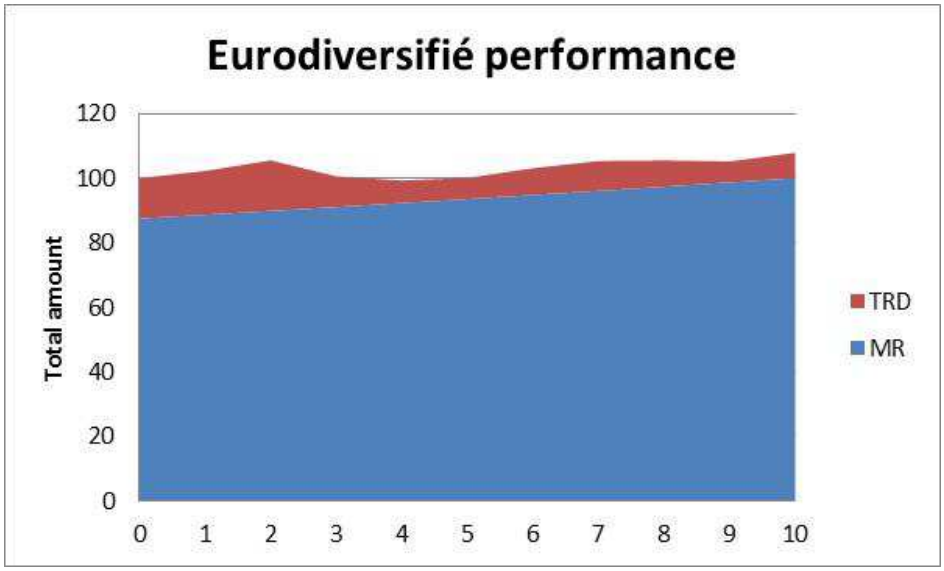
The purpose of "Eurodiversifiés" and "Eurocroissance" contracts, whose support is mixed (euros / parts of reserve of diversification) is to outperform conventional euro funds while ensuring capital guarantee, even partial, to the insured. The capital guarantee can be:
- A capital guarantee at the end, through a percentage of the premium paid by the participant (for example 100 %), potentially reassessed on the basis of a guaranteed minimum rate (GMR) for actuarial funds, or
- A chosen percentage of the premium invested on the Mathematical Reserve (MR) at any time for contractual funds. This contract can allow the insured to receive at least what they paid at any time.

To guarantee its commitments, the insurer must establish two mandatory reserves: the Mathematical Reserve (MR) and the Technical Reserve of Diversification (TRD). The insurer may then propose two kinds of funds: an actuarial fund or a contractual fund. According to the fund the insured chose, the MR is, at each balance sheet date, the sum of the updated guaranteed capital at the end and the guaranteed capital at the end. At each balance sheet date, the TRD will be equal before distribution of the Profit-

Sharing Bonus (PB) and, for both types of funds, the difference between the valuation at market value of the asset and the MR. This reserve therefore aims to absorb the gains or losses of the fund.

The profit-sharing, generally equal to the valuation of assets between two balance sheet dates net of the valuation of MR between the two same dates, is distributable in three ways, potentially combined:
- The profit-sharing can increase or decrease the net asset value of the TRD ;
- The profit-sharing can result in the acquisition of new parts of TRD ;
- The PB can result in the increase of the MR, therefore, increase the guarantee in the end.

The following graphic illustrates the principles of an "Eurodiversifié" contract, invested on an actuarial fund for a 100% capital guarantee at the end and a flat discount rate. We note the regular valuation of the MR and the fluctuation of the TRD according to the assets performance in the financial markets.



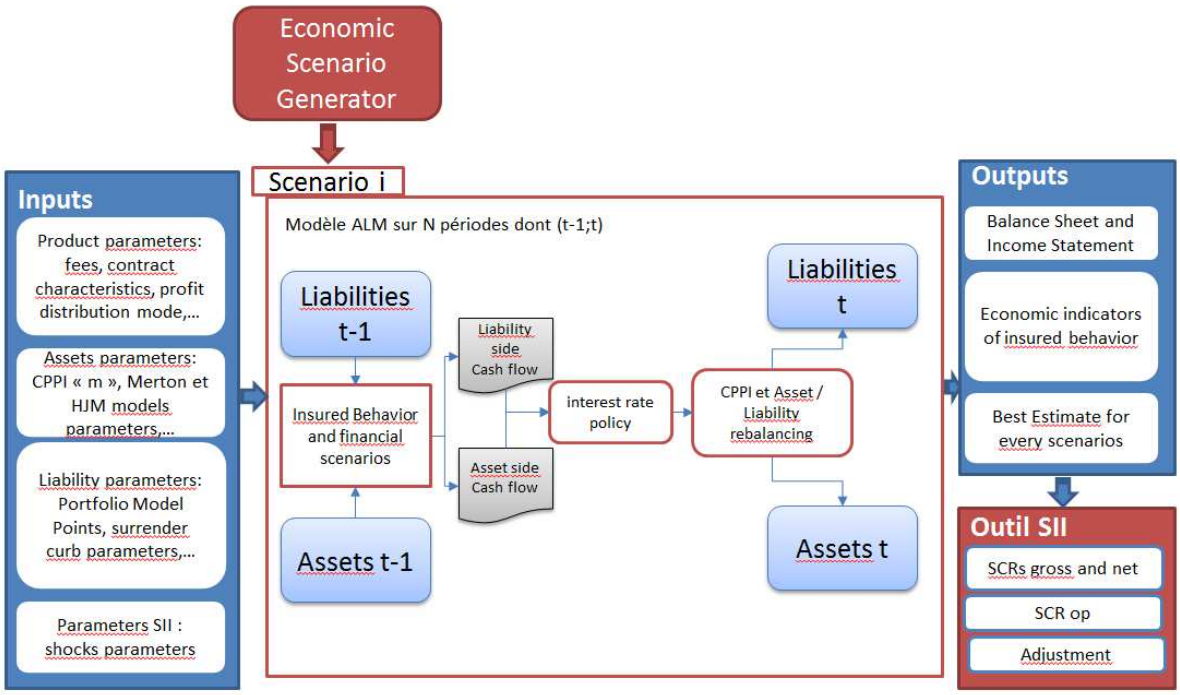
The current context that we presented above, as well as the introduction of the « Eurocroissance » product, encourage insurers to propose diversified supports as a new financial vehicle in their commercial offer. Insurers therefore need to understand how such contracts work and also consider how they will be part of the Solvency II directive.

Thesis Purpose

This thesis focuses on the study of the behaviour of "Eurodiversifié" contracts under the Solvency II Directive based on variations of contracts parameters (fund type, profit-sharing clause, guarantee level) and financial management (asset allocation).
First, we will present the portfolio modeling. Using this model, we analyzed and compared the economic performance and the SCR according to product parameters and allocation of the assets above-mentioned. Finally, we conducted a similar study on the "Eurocroissance" product.

A dynamic Asset/Liabilities modeling

To realize our study of different "Eurodiversifié" product parameters, we integrally designed a tool allowing the user to input the desired product parameters and generate flows on a predefined portfolio of insured people by using a generator of economic scenarios in a neutral risk universe or a real risk universe.
A complete set of financial, accounting (income statement, balance sheet, outflows) and Solvency II results (different SCR depending on applied shocks, stockholders' equity) is then available for analysis.



To better understand the impact of variations of product parameters, we considered an exhaustive list of parameters:

- Products parameters chosen by the insured :
* Guarantee level at the end: in our thesis, three guarantee levels at the end are considered : 100%, 80% and 60% ;
* Type of fund : actuarial or contractual,

- The parameters chosen by the insurer :
* profit-sharing clause
* charges
* asset allocation.

The assets of this study are divided into two "pockets", a bond allocation of risk-free assets and a pocket of risky assets like equities. The allocation of assets is defined by using the CPPI method depending on the composition of the two technical reserves in liabilities (MR and TRD).
The model used to describe the dynamics of the yield curve and set the price of bonds is the HJM model. The valuation of the pocket of risky assets is done according to the Merton's Jump model.

In our study, we considered two kinds of asset allocation:
- An allowance in line with liabilities (obtained by a CPPI coefficient equal to 1) ;
- A dynamic allocation 80% / 20%, corresponding to an allowance of 80% in risk-free assets and 20% in risky assets. This allowance is obtained by a CPPI coefficient potentially less than 1 and varying depending on the composition of liabilities.

Through the variations of these parameters, the results of our study will focus on two main areas:

- **The economic results :**
This thesis highlights the impact of the product's settings on the results in terms of behavior of policyholders, performance, contribution of stockholders equity in case of under-coverage and charges and the insurer's share of the technical and financial results. These results take into account the perspective of both the insurer and the insured.

- **Solvency II results :**
The impact on the SCR of the different settings of insurers and insured is treated in a second part.

Results and Analysis

Economic Results

The economic results highlight the analyzes of the results obtained on the following elements in the simulations according to the different parameters :

- Death and redemptions

We defined redemption probabilities depending on situation of gain or loss of the contract. When the contract is in loss, the repurchase probability decreases as they approach maturity, maturity which is accompanied by a guarantee.
In a neutral risk universe, any parameter resulting in a higher proportion of equities (asset allocation aligned with the liabilities, reduced guarantee at the term level, actuarial contract, profit-sharing versed on the TPD) tends to favor the capital loss due to the larger volatility of equities and to greater insurer's share of technical and financial results. Thereby, the number of preterm redemptions is fewer and number of repurchases at the end and number of death are higher. This principle is particularly observable when we use historical performance of equities.

- Performance

As part of a dynamic asset allocation 80% / 20%, in neutral risk universe, we observe that the annualized performance of contracts increases when the guarantee level at the end decreases regardless of the type of contract and regardless of the clause of profit-sharing. This is explained by a greater allocation of the

profit-sharing in bonds which implies a lower volatility of the capital gain generated and less removal of the insurer's share of technical and financial results.
For the same reasons, we find that contracts affecting their profit-sharing on the MR perform better and, for an equivalent level of guarantee at the term, actuarial contracts get a better performance than the contractual ones.
As part of an asset allocation aligned with the liabilities, in neutral risk universe, we observe that the annualized return of contracts significantly decreases when the guarantee level at the end decreases regardless of the kind of contract and regardless of the clause of profit-sharing. This decrease is explained by a growing proportion of equities when the guarantee level at the end decreases, resulting volatility of assets and greater removal of insurer's share of technical and financial results. These observations are especially more marked in historical performance of equities.

- Stockholders' equity contribution in case of undercover

As a reminder, the stockholders' equity contribution is required when the market value of the assets is less than the sum of the aggregate MR of all portfolio's contracts and the product of the aggregate number of units of the TRD by the minimum net asset value per unit (5 € in our study).
Whether we consider the dynamic allocation 80% / 20% or the allocation aligned with the liabilities, the fact that we use the CPPI method greatly reduce the probability of under-coverage. In our study, only 100% guarantee at term scenarios require very limited stockholders' equity contribution. This is explained by the fact that the amount of TRD is lower in the case of a 100% guarantee at term, a significant change in the valuation of assets may have the effect of nullifying the TRD and therefore require a stockholders' equity contribution by the achievement of the minimum net asset value.

- Insurer charges

By definition, the amount of management fees is closely related to "Eurodiversifié" contract performance in terms of yield. The higher the yield, the higher the associated management fee. As expected, the higher the yield is, the higher is the amount of management fee.
The amount charged by the insurer as the insurer's share of technical and financial results is strongly dependent on the proportion of assets invested in the risky asset, asset generating superior returns. The distribution of the profit-sharing on the MR will secure part of savings on the non-risky assets which has the effect of slightly reducing the insurer's share of technical and financial results collected over time relative to other distribution methods.

Solvency 2 Results

The main study on Solvency 2 is the impact on the SCR of the guarantee at term level and the clause of profit-sharing.

- <u>In a neutral risk universe :</u>

As part of a dynamic asset allocation 80% / 20%, whatever the fund is contractual or actuarial, **the SCR decreases when the guarantee at term level decreases**. This is due to the rising standard BE when the guarantee at term decreases.

As part of an asset allocation aligned with the liabilities, whatever the fund studied is contractual or actuarial, **SCR increases when the guarantee at term level decreases**. This is explained by a higher proportion of risky action when the guarantee at term level decreases and thus a SCR_{Market} significantly higher.

In any case, the SCR is lower when the profit-sharing is fully distributed in the MR. Indeed, this distribution rule tends to increase the standard and shocked Best Estimate and thus reduce the SCR.

- In a historical performance of equities universe :

In a historical performance of equities, as part of an asset allocation aligned with the liabilities, the performance of equities and therefore the overall performance of the fund exceeds the performance obtained in a neutral risk universe, which has the effect of increasing the different Best Estimate (standard and shocked).
Thus, SCR in a historical performance of equities universe follow the same trends that those in a neutral risk universe but are lesser.

For the secondary analysis, we studied **the impact of the kind of fund (actuarial or contractual) on the SCR**.

- In a neutral risk universe:

We note that, according to the chosen asset allocation, the impact of the kind of fund is not the same.
As part of a dynamic asset allocation 80% / 20%, by considering the same level of guarantee at term, **actuarial funds have a lower SCR than contractual funds**. This trend is valid for the main sub-modules : $SCR_{int.up}$, SCR_{equity}, SCR_{lapse}. This is explained by a higher standard Best Estimate for actuarial contracts than for contractual ones.
As part of an asset allocation aligned with the liabilities, by considering the same level of guarantee at term, **actuarial funds have a higher SCR than contractual funds**. This trend is valid for the main sub-modules: $SCR_{int.up}$, SCR_{lapse} but especially the SCR_{equity}. This is explained by a lower standard Best Estimate for actuarial contracts than for contractual ones.
In any case, the SCR is lower when the profit-sharing is fully distributed in the PM. Indeed, this distribution rule tends to increase the standard and shocked Best Estimate and thus reduce the SCR.

- In a historical performance of equities universe :

In a historical performance of equities universe, as part of an asset allocation aligned with the liabilities, the equities performance and therefore the overall performance of the fund exceeds the performance obtained in a neutral risk universe, which has the effect of increasing the different Best Estimate (standard and shocked).
Thus, SCR in a historical performance of equities universe follow the same trends that those in a neutral risk universe but are lesser.

Finally, we study the last item, **the impact of the type of asset allocation**, on the SCR.

To study the impact of the kind of asset allocation, we considered a neutral risk universe, we set the level of guarantee at term and the kind of fund (actuarial or contractual). The level of guarantee at term was

set deliberately reduced in our comparison (60%) in order to highlight the difference of SCR induced according to the two studied kinds of asset allocation.

We then compared the SCR for the three distribution methods of profit-sharing (100% on MP, 100% in number of parts or TPD and 100% on the net asset value of the part of the TRD).

For actuarial contracts, we noted that the SCR is on average 2.5 times higher for contracts with an asset allocation aligned on liabilities than for contracts with a dynamic allocation of 80% / 20%.

Contracts with an asset allocation aligned on liabilities have a SCR_{Life} **on average 80% higher** than contracts with a dynamic asset allocation 80% / 20%, mainly because of the SCR_{lapse}. The SCR_{Market} **is about 4 times higher** for contracts with an asset allocation aligned liabilities. This large difference is explained by the SCR_{intup} but especially the SCR_{equity}. Indeed, as stated above, the reduced level of guarantee at term in our comparison (60%) implies a 40% share of risky assets as part of an asset allocation aligned liabilities against 20% only if we considered a dynamic allocation 80% / 20%.

The superiority of SCR for contracts with asset allocation aligned on liabilities is mainly due to a lower standard Best Estimate for such contracts. This also applies to contracts distributing their profit-sharing on the MR even if the SCR is then less due to a higher standard Best Estimate.

For contractual agreements, observations and **conclusions are the same as for actuarial contracts but with smaller gaps**. Indeed, the SCR is on average 1,8 time higher for contracts with an asset allocation aligned liabilities than for contracts with a dynamic allocation of 80% / 20%.
It is normal that the SCR are closer for contractual agreements because the MR is not actualized and, therefore, the allocation contracts aligned on liabilities are nearer the allocation of contracts to allocation 80% / 20% than in the case of actuarial contracts.

Transposition to « Eurocroissance » contract

We compared an "Eurocroissance" contract with an actuarial contract as part of an allowance in line with liabilities by considering a historical action performance.
The calculation of the MR for the "Eurocroissance" product being made with a higher discount rate (90% TME) than for actuarial "Eurodiversifié" contract (TME 75%), the MR of "Eurocroissance" contract is lower and, therefore, its TRD more important.
By having considered a context of asset allocation aligned with the liabilities, there are more equities in the asset allocation for the "Eurocroissance" product than for the actuarial "Eurodiversifié" product. Therefore, observations on the "Eurocroissance" product, considering the hypothesis of our study are similar to those of the actuarial "Eurodiversifié" product while presenting the equities characteristics more markedly: more redemptions at the end, a lower yield, more important contribution in stockholders' equity, lower charges but a higher insurer's share of technical and financial results. Concerning Solvency II elements, the "Eurocroissance" contracts have higher SCR, especially SCR_{equity}.

Table des matières

Introduction 1

Partie I - Cadre 3

I.1 Contexte économique 3

A. Incertitude sur le marché de l'épargne 3
B. Évolutions réglementaires 5
C. Mise en place d'une solution alternative : l'Eurodiversifié 5

I.2 Le dispositif Solvabilité II 5

A. Les provisions techniques 7
B. Le capital réglementaire 8

I.3 Les contrats avec provision de diversification 19

A. Les contrats Eurodiversifiés 19
a. Points forts/faibles et comparaison avec le support en euros 25
B. Les contrats Eurocroissance 27
a. Les textes réglementaires 27
b. Évolutions par rapport aux contrats Eurodiversifiés 27

Partie II – Modélisation de l'Eurodiversifié sous Solvabilité II 32

II.1 Conception du modèle 32

A. Modélisation de l'actif 32
a. Génération de nombres aléatoires 32
b. Simulation de variables aléatoires Gaussiennes 33
c. Modélisation du taux d'intérêt 33
d. Modélisation des actions 36
B. Modélisation du passif 38
a. Modélisation de la mortalité 39
b. Modélisation des rachats 40
c. Les Provisions Mathématiques 42
d. La Participation aux Bénéfices (PB) 44
e. Les prélèvements modélisés 47
C. Modélisation des interactions actif/passif 48

II.2 Modélisation sous Solvabilité II 50

A. Le Best Estimate 50

a. La courbe des taux 51
b. Horizon temporel des flux 53
B. La méthode de Monte-Carlo 53
C. Convergence de la Net Asset Value 54
D. Future Discretionary Benefits (FDB) et Best Estimate Garanti (BEG) 55
a. Définitions 55
b. Interprétations dans le cadre de notre étude 56
E. Définition du choc action 57

Partie III – Résultats et interprétations 58

III.1 Résultats économiques 58

A. Analyse des résultats obtenus en termes de décès et rachat 58
a. Résultats théoriques 58
b. Résultats observés 59
B. Résultats observés en termes de rendement 62
a. Résultats observés 62
b. Interprétations des rendements observés 65
c. Illustration de la valorisation de l'actif et du passif 67
C. Apports de fonds propres en cas de sous-couverture 70
a. Cas de sous-couverture 70
b. Apport de fonds propres dans le cadre de notre étude 71
D. Prélèvements de l'assureur 74
a. Chargements de gestion 74
b. Quote-part assureur sur la Participation aux Bénéfices 76

III.2 Résultats Solvabilité II 77

A. Impact du niveau de garantie et de la clause de PB sur le SCR 77
a. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds actuariel 77
b. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds contractuel 78
c. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel 79
d. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel 81
e. Simulation à rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel 82
f. Simulation à rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel 83
B. Calcul détaillé du SCR 84
a. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds actuariel 84
b. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds contractuel 87
c. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel 90
d. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel 96

e. Rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel 101
f. Rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel 105
C. Impact du type de fonds sur le SCR 111
a. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% 111
b. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif 114
c. Rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif 117
D. Impact du type d'allocation d'actifs 118
a. Risque neutre – contrat à fonds actuariel 118
b. Risque neutre – contrat à fonds contractuel 121

III.3 De l'Eurodiversifié à l'Eurocroissance : modélisation 123

A. Résultats observés en termes de décès et rachat 123
B. Résultats observés en termes de rendement 124
C. Apports de fonds propres en cas de sous-couverture 124
D. Prélèvements de l'assureur 125
E. Comparaison du SCR de l'Eurocroissance et d'un contrat actuariel 126
F. Comparaison du calcul détaillé du SCR de l'Eurocroissance et d'un contrat actuariel 126
a. SCR Marché 126
b. SCR Vie 127
c. SCR 128

Conclusion 129

Bibliographie i

Liste des tableaux

Tableau 1 : Matrice de corrélation des $SCR_{Marché}$ et SCR_{Vie} (Source : QIS5) 11

Tableau 2 : Matrice de corrélation des capitaux requis des sous-modules du module Vie (Source : QIS5) 14

Tableau 3 : Matrice de corrélation des capitaux requis des sous-modules du module Marché en cas de choc de taux à la hausse (Source : QIS5) 15

Tableau 4 : Matrice de corrélation des capitaux requis des sous-modules du module Marché en cas de choc de taux à la baisse (Source : QIS5) 15

Tableau 5 : Hypothèses retenues dans le cadre de l'exemple de valorisation des provisions d'un contrat Eurodiversifié 23

Tableau 6 : Tableau de valorisation d'un contrat Eurodiversifié en fonction d'hypothèses de TEC et d'évolutions d'actions. 24

Tableau 7 : Tableau de l'historique des rendements de produits Eurodiversifiés du marché 26

Tableau 8 : r_0 du modèle HJM en fonction du scénario 36

Tableau 9 : Paramètres volatilité et retour à la moyenne du modèle HJM 36

Tableau 10 : Tableaux de la répartition par âge et par sexe des assurés de l'étude 39

Tableau 11 : Tableau des paramètres de l'outil réalisé dans le cadre de l'étude 40

Tableau 12 : Chocs appliqués sur la courbe des taux standard en fonction de la maturité 52

Tableau 13 : Volumétrie théorique des DC, rachats totaux avant terme et au terme en fonction de la situation du contrat 59

Tableau 14 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs dynamique 80%/20% pour les contrats actuariels 59

Tableau 15 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs dynamique 80%/20% pour les contrats contractuels 60

Tableau 16 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels 60

Tableau 17 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats contractuels 61

Tableau 18 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en rendement actions historique et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels 61

Tableau 19 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en rendement actions historique et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats contractuels 62

Tableau 20 : Variation mensuelle de l'allocation en actions et en obligations en fonction de la clause de PB, du type de fonds et du signe du solde du compte de PB 66

Tableau 21 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation dynamique 80%/20% et des contrats actuariels 71

Tableau 22 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation dynamique 80%/20% et des contrats contractuels 71

Tableau 23 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation fixe 80%/20% et des contrats actuariels 72

Tableau 24 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation alignée sur le passif et des contrats actuariels 72

Tableau 25 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation alignée sur le passif et des contrats contractuels 72
Tableau 26 : Apport de fonds propres en rendement action historique pour une allocation alignée sur le passif et des contrats actuariels 73
Tableau 27 : Apport de fonds propres en rendement action historique pour une allocation alignée sur le passif et des contrats contractuels 73
Tableau 28 : Cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en univers risque neutre, pour une allocation d'actifs dynamique 80%/20% pour les contrats actuariels et contractuels 74
Tableau 29 : Cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en univers risque neutre, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels et contractuels 75
Tableau 30 : Cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels et contractuels 75
Tableau 31 : SCR, SCR auto-financés et SCR actionnaire pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre. 77
Tableau 32 : SCR, SCR auto-financés et SCR actionnaire pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre. 78
Tableau 33 : SCR, SCR auto-financés et SCR actionnaire pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre. 80
Tableau 34 : SCR, SCR auto-financé et SCR actionnaire pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre. 81
Tableau 35 : SCR, SCR auto-financé et SCR actionnaire pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers rendement action historique. 82
Tableau 36 : SCR, SCR auto-financé et SCR actionnaire pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers rendement action historique 83
Tableau 37 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre 85
Tableau 38 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre 86
Tableau 39 : Calcul du SCR pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre 87
Tableau 40: SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre 88
Tableau 41: SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats contractuels à allocation d'actifs 89
Tableau 42 : Calcul du SCR pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre 90
Tableau 43 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 91
Tableau 44 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 94
Tableau 45 : Calcul du SCR pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 96

Tableau 46 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 96
Tableau 47 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 99
Tableau 48 : Calcul du SCR pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 101
Tableau 49 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 102
Tableau 50: SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 103
Tableau 51: Calcul du SCR pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 105
Tableau 52 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 106
Tableau 53 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 109
Tableau 54 : Calcul du SCR pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 110
Tableau 55 : Comparatif des SCR en fonction des types de fonds pour une allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre 111
Tableau 56 : Comparatif des SCR en fonction des types de fonds pour une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre 114
Tableau 57 : Comparatif des SCR en fonction des types de fonds pour une allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique 117
Tableau 58 : Comparatif des SCR en fonction des types d'allocation d'actifs pour des contrats actuariels en univers risque neutre 119
Tableau 59: Comparatif des SCR en fonction des types d'allocation d'actifs pour des contrats contractuels en univers risque neutre 122
Tableau 60: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié actuariel des volumétries observées des décès, rachats totaux avant et au terme en rendement actions historique et allocation d'actifs alignée sur le passif 123
Tableau 61: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié actuariel du rendement annualisé en allocation d'actifs alignée sur le passif et en rendement action historique 124
Tableau 62: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié actuariel de l'apport en fonds propres en allocation d'actifs alignée sur le passif et en rendement action historique 124
Tableau 63: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel du cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif 125
Tableau 64 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel du cumul des quote-parts de PB prélevés durant les 10 ans, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif 125

Tableau 65 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif 126
Tableau 66 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR marchés, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif 126
Tableau 67 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR vie sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif 128
Tableau 68 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif 128

Liste des figures

Figure 1: Épargne longue des ménages en 2013 3
Figure 2: Rentabilité des supports Euros de 2000 à 2013 4
Figure 3: Les 3 piliers de solvabilité 2 6
Figure 4: présentation d'un bilan sous solvabilité 2 7
Figure 5: présentation du calcul du SCR par approche « bottom-up » 10
Figure 6: Calcul du capital requis k_i pour le sous-module i au titre du risque k 12
Figure 7: Graphique de valorisation des provisions de l'Eurodiversifié du tableau 5 24
Figure 8: Graphique d'évolution du CAC 40 de juin 2007 à juin 2012 avec visualisation des sauts 37
Figure 9: Taux de cessation annuel d'un contrat Eurodiversifié en situation de plus-value 41
Figure 10: Taux de cessation annuel d'un contrat Eurodiversifié en situation de moins-value 42
Figure 11: Procédure de distribution de PB dans l'outil de notre étude 47
Figure 12: Représentation actif/passif dans le cadre de la méthode CPPI 49
Figure 13: Courbes des taux sans risque en scénario standard et scénarios choqués impactant les taux 52
Figure 14: Moyenne de la NAV brute (=Actif – BE) en fonction du nombre de simulations 54
Figure 15: Décomposition du Best Estimate 55
Figure 16: Valorisation finale des contrats actuariels - allocation d'actifs dynamique 80%/20% 62
Figure 17: Valorisation finale des contrats contractuels - allocation d'actifs dynamique 80%/20% 63
Figure 18: Valorisation finale des contrats actuariels - allocation d'actifs alignée sur le passif 63
Figure 19: Valorisation finale des contrats contractuels - allocation d'actifs alignée sur le passif 64
Figure 20: Valorisation finale des contrats actuariels - allocation d'actifs alignée sur le passif – rendement action historique 65
Figure 21: Valorisation finale des contrats contractuels - allocation d'actifs alignée sur le passif – rendement action historique 65
Figure 22: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 60% garantie – allocation dynamique 80%/20% 68
Figure 23: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 80% garantie – allocation dynamique 80%/20% 68
Figure 24: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 100% garantie – allocation dynamique 80%/20% 69
Figure 25: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 60% garantie – actif aligné sur le passif 69
Figure 26: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 80% garantie – actif aligné sur le passif 70
Figure 27: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 100% garantie – actif aligné sur le passif 70
Figure 28: Chargement de gestion et valorisation des contrats actuariels 74
Figure 29: Quote-part de PB - Actuariel – RN - Allocation d'actifs alignée au passif 76
Figure 30: Quote-part de PB - Actuariel – RN - Allocation d'actifs dynamique 80%/20% 76
Figure 31: SCR final – fonds actuariel - allocation d'actif dynamique 80%/20% - Influence de la garantie au terme 78

Figure 32: SCR final – fonds contractuel - allocation d'actif dynamique 80%/20% - Influence de la garantie au terme 79
Figure 33: SCR final – fonds actuariel - allocation d'actif alignée sur le passif - Influence de la garantie au terme 80
Figure 34: SCR final - allocation d'actif alignée sur le passif - Influence de la garantie au terme..... 81

Remerciements

Nous tenons à remercier nos familles pour la patience dont elles ont fait preuve durant le temps nécessaire à la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier Moïse Djengue, actuaire qualifié, qui a su nous apporter son expertise concernant la modélisation de l'actif et Solvabilité II, ainsi que Corinne Jehl, actuaire certifiée, pour son expertise et sa relecture du mémoire.

Introduction

Les contrats d'assurance-vie sous leur forme actuelle présentent des inconvénients autant pour les assurés que pour les assureurs. En effet, le contexte de baisse continue des taux engendre une baisse des rendements des engagements exprimés en euros. Ceux-ci sont donc aujourd'hui confrontés à leurs limites. Par ailleurs, ces engagements sont consommateurs en capital réglementaire pour l'assureur. Les engagements exprimés en unités de compte, ne présentant pas de garantie en capital, ne séduisent pas tous les assurés.

Devant cette tendance, et afin d'aider au financement de l'économie réelle, les assureurs ont réfléchi ces dernières années à de nouveaux produits adoptant des principes de fonctionnement permettant d'allier un capital réglementaire limité, une garantie en capital acceptable pour tous les profils d'assurés et une espérance de rendement améliorée.

C'est dans cet esprit qu'a été créé le contrat Eurodiversifié en 2003. Ces contrats fonctionnent selon le principe suivant : L'assuré bénéficie d'une garantie au terme, totale ou partielle selon son choix. Cette garantie au terme actualisée ou non constitue la Provision Mathématique. La part de son investissement laissée disponible du fait de l'actualisation, et/ou de la garantie au terme partielle, constitue la Provision de Diversification. Cette provision a pour but d'absorber les variations de la valorisation de l'actif et d'apporter un rendement meilleur que les supports exprimés exclusivement en euros.
Pour l'assureur, ce type de contrats a pour avantage de permettre un investissement plus important en actifs risqués, moins consommateurs en capital réglementaire, tout en s'affranchissant de la garantie du capital à tout moment.

En avril 2013, le rapport sur l'épargne financière et sur les besoins de financement de l'économie des députés Berger et Lefebvre remet en avant ce type de contrat – renommé Eurocroissance - en le définissant comme étant un bon véhicule de l'investissement à destination de « l'économie réelle ».

Devant la baisse continue des taux, la nécessité de produits alternatifs et la proximité de la mise en application de Solvabilité II, il nous a semblé opportun d'étudier les contrats Eurodiversifié et Eurocroissance sous l'angle de cette directive. Ces contrats, de par leur fonctionnement, dépendent de nombreux paramètres. Nous n'avons pas souhaité traiter des problématiques d'inéquité entre les assurés en fonction des conditions à l'investissement (taux d'actualisation, valeur de la part de Provision de Diversification).

En effet, notre objectif est de mettre en évidence l'influence de l'allocation d'actifs choisie et des paramètres produits, à savoir le niveau de garantie au terme, la nature du fonds diversifié et

le type de clause de PB, sur le Capital de Solvabilité Requis (SCR) en considérant que l'ensemble des contrats du portefeuille étudié investissent simultanément, dans des conditions identiques. Nous n'avons pas étudié l'impact de la durée d'investissement.

Pour ce faire, nous avons constitué un outil totalement paramétrable permettant de considérer un model point de 100 assurés, respectant la répartition par âge et par sexe d'un des principaux produits d'assurance-vie français en termes de capitalisation. Nous avons ensuite notamment calculé, via cet outil, le SCR propre à chaque scénario étudié, chaque scénario correspondant à des paramètres définis.

Cette étude a été menée en univers risque neutre mais également en rendement actions historique.

Notre étude s'articule en trois parties :

- Une première partie présente le contexte financier actuel, les principes de Solvabilité II ainsi que l'historique des contrats Eurodiversifiés et Eurocroissance ;
- Une deuxième partie définit les règles de modélisation que nous avons suivies en ce qui concerne l'actif, le passif ainsi que les calculs des éléments Solvabilité II ;
- Une troisième partie présente les résultats financiers et Solvabilité II observés en fonction des paramètres et les analyses y afférentes.

Partie I - Cadre

I.1 Contexte économique

A. Incertitude sur le marché de l'épargne

L'assurance vie est historiquement le placement préféré des Français. Cette dernière représentait en 2013 54% de l'épargne longue des Français :

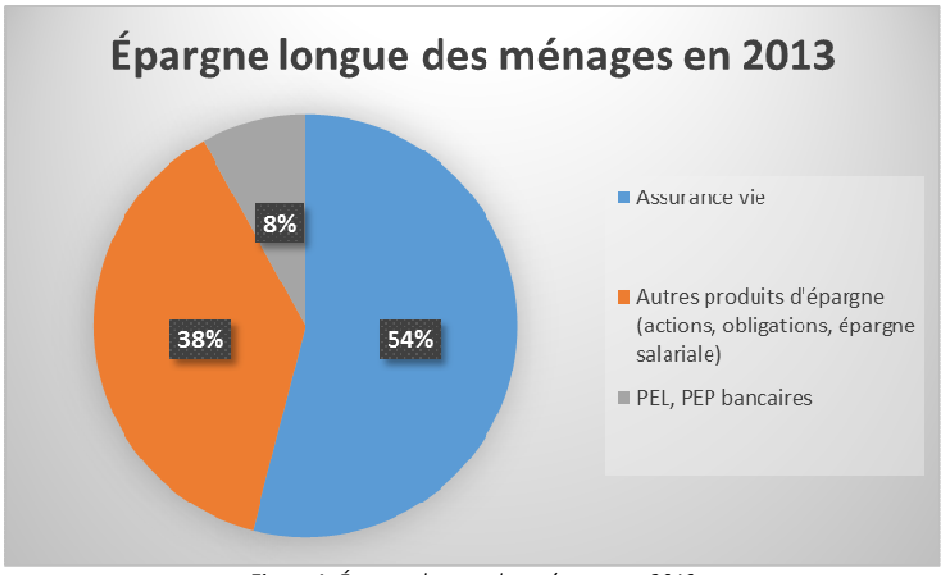


Figure 1: Épargne longue des ménages en 2013
Sources : tableau de bord de l'assurance 2013, FFSA

L'épargne sur ces contrats d'assurance vie est à 85% réalisée sur des fonds en euros dont la rentabilité ne cesse de se dégrader. En effet, l'environnement économique et financier morose, associé à la baisse régulière des taux du marché, donne lieu à une baisse des taux servis sur les fonds en euros comprise entre 0,25% et 0,75% d'après les derniers comparatifs annuels.
En parallèle, l'alourdissement de la fiscalité des contrats, associé à une incertitude sur les mesures potentielles encore à venir, a donné lieu à un très net ralentissement de la collecte : en 2012 la collecte nette a par exemple été négative de 3.4 Mds d'euros.
En 2011, la BCE a déjà relevé par deux fois son taux directeur. Une des conséquences directe de cette hausse est le relèvement du taux servi par le livret A. En août 2011, le livret A offre un taux de 2,25%, face à un rendement du support euros de l'ordre de 3,20% (brut de prélèvements sociaux) soit 2,8% net de prélèvements sociaux.
La rentabilité des supports en euros ainsi que leur compétitivité face aux autres produits d'épargne ont donc fortement diminué.

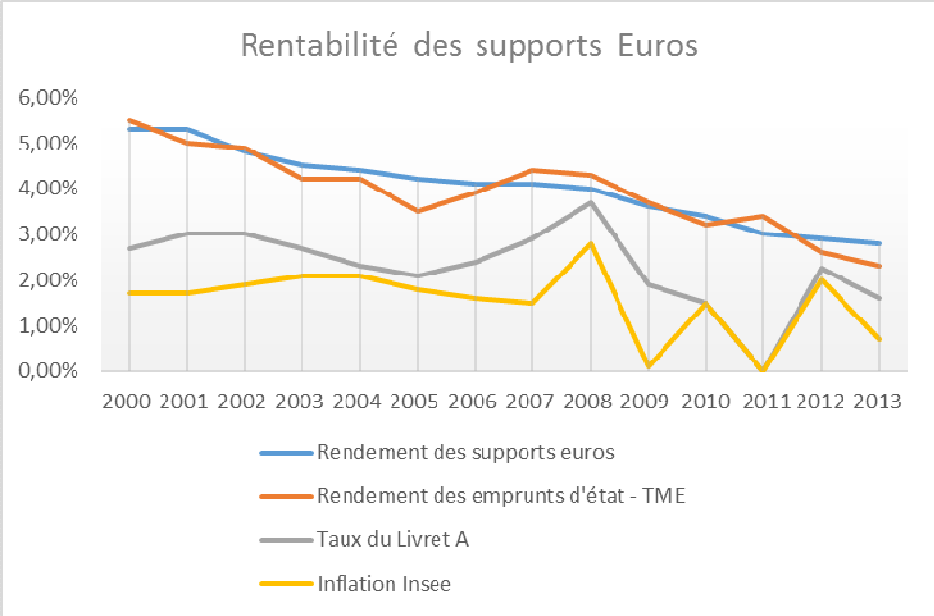


Figure 2: Rentabilité des supports Euros de 2000 à 2013
Sources : Banque de France (TME), FFSA et ACPR (rendements assurance vie), Insee (inflation)

L'État souhaiterait idéalement que les placements des Français financent l'économie et donc que cette épargne soit investie sur des placements de type Unité de compte, mais l'arbitrage des ménages dans le contexte de baisse de la compétitivité de l'assurance vie « classique » se faisait alors plutôt vers des produits défiscalisés, type livret A, dont le plafond augmente régulièrement depuis 2012 (avec une recommandation d'augmentation de 25% en 2015 et 2016). De plus les incertitudes sur les marchés financiers n'encourageaient pas les Français à investir sur les marchés actions.
Dans cette période, c'est dans l'optique de dynamiser la collecte sur ces véhicules du financement de l'économie réelle via l'assurance-vie que les politiques relancent les supports diversifiés et créent le contrat Vie Génération.
Depuis le 1er février 2013, dans un contexte de baisse ininterrompue des taux, le taux du livret A diminue régulièrement pour atteindre 0,75% le 1er août 2015. Malgré une baisse des taux servis sur les supports en euros, les assurés reviennent vers l'assurance-vie. Les supports en unités de compte bénéficient également de la bonne tenue des marchés financiers depuis 2012. Néanmoins, ce sont les « classiques » contrats multisupports qui enregistrent des collectes en hausse, les contrats diversifiés étant pénalisés par :

- Le faible rendement des obligations couplé à l'absence de réserve de richesse initiale (type PPB pour le support en euros) ;
- L'aversion au risque des épargnants qui plébiscitent donc la garantie à tout moment du support en euros ;
- La part réduite de la part action les constituant et donc de moteur de rendement du fait des taux faibles.

B. Évolutions réglementaires

La mise en place de la réforme solvabilité 2 implique une meilleure maîtrise de leurs risques par les assureurs. Dans le cadre de Solvabilité 2, il appert que le coût des contrats en euros en regard de leur risque est très élevé : en effet, le risque principal lié aux garanties de taux est entièrement supporté par l'assureur. L'exigence de marge de solvabilité y est donc très élevée.
De plus Solvabilité 2 adopte une vision de l'évaluation des actifs en valeur de marché (par opposition au coût historique utilisé par les assureurs français).

C. Mise en place d'une solution alternative : l'Eurodiversifié

Afin de pallier la baisse de compétitivité de l'Euro (*i*) pour l'assuré et le coût élevé pour l'assureur (*ii*), une innovation dans la conception de produits d'assurance devenait indispensable.
Le produit Eurodiversifié semble bien calibré pour résoudre un certain nombre des contraintes listées :

- Le produit est investi sur les marché obligations et actions et devrait offrir un rendement supérieur aux contrats en euros traditionnels,
- Le produit possède une garantie à terme ce qui en fait un produit moins risqué aux yeux des assurés qu'un produit d'épargne investi en unités de compte,
- Le risque est partagé entre l'assureur (garantie au terme) et l'assuré (sur la provision de diversification, dont la valeur n'est pas garantie). De ce fait, le coût en termes de risque devrait s'en trouver diminué et le besoin de marge de solvabilité réduit.
- La vision nécessaire d'un actif en valeur de marché pour l'évaluation du passif est déjà conforme aux normes Solvabilité 2 et IFRS à venir.

I.2 Le dispositif Solvabilité II

S'inspirant de la réforme « Bâle II » sur la surveillance prudentielle du secteur bancaire, Solvabilité 2 se construit autour de trois piliers :

- 1er pilier : Exigences quantitatives

Le pilier 1 recouvre les exigences quantitatives du projet Solvabilité II. Il définit les ressources financières dont l'entreprise a besoin pour rester solvable. Deux quantités clés doivent être calculées : le Solvency Capital Requirement (SCR ou capital de solvabilité requis) et le Minimum Capital Requirement (MCR ou minimum de capital requis). Le SCR peut être calculé soit selon une formule standard soit sur la base de modèles internes. Le SCR correspond au niveau de fonds propres nécessaire à une entreprise pour être en mesure d'absorber des pertes imprévues importantes. En comparaison, le MCR est un seuil inférieur et correspond au niveau minimum de fonds propres en-deçà duquel l'intervention de l'autorité de contrôle est

automatique. Si le capital disponible descend en dessous de ce niveau, la compagnie présente un risque inacceptable pour ses assurés. Dans une telle situation, l'autorité de surveillance peut retirer l'agrément de l'entreprise concernée.

- 2ème pilier : Exigences qualitatives

Le pilier 2 définit les exigences qualitatives de Solvabilité II ainsi que des normes sur le processus de suivi des risques des compagnies, la gouvernance, le risk management et la mise en place de la surveillance par les autorités de contrôle. Le processus d'évaluation des risques dénommé ORSA (Own Risk and Solvency Assessment) permet de suivre en continu le besoin en capital d'une entreprise en fonction de sa stratégie commerciale notamment.

- 3ème pilier : La discipline de marché

Le dernier pilier porte sur les questions relatives aux informations publiées par les compagnies. Le pilier est destiné à promouvoir la transparence et à instaurer une discipline de marché.
Deux types de rapport sont à fournir :

- le SFCR (Solvency & Financial Condition Report), publié annuellement dans le but d'informer les actionnaires et les analystes de marché. Une version abrégée du SFCR sera également publiée à l'attention du public.
- le RTS (Reporting To Supervisor) permettant de vérifier le calcul de l'exigence en capital, publié trimestriellement à l'attention des autorités de contrôle.

Les informations publiées recouvrent, entre autres, la performance financière, les données et hypothèses utilisées pour la détermination du SCR.
Dans la figure suivante les éléments clés des trois piliers sont résumés.

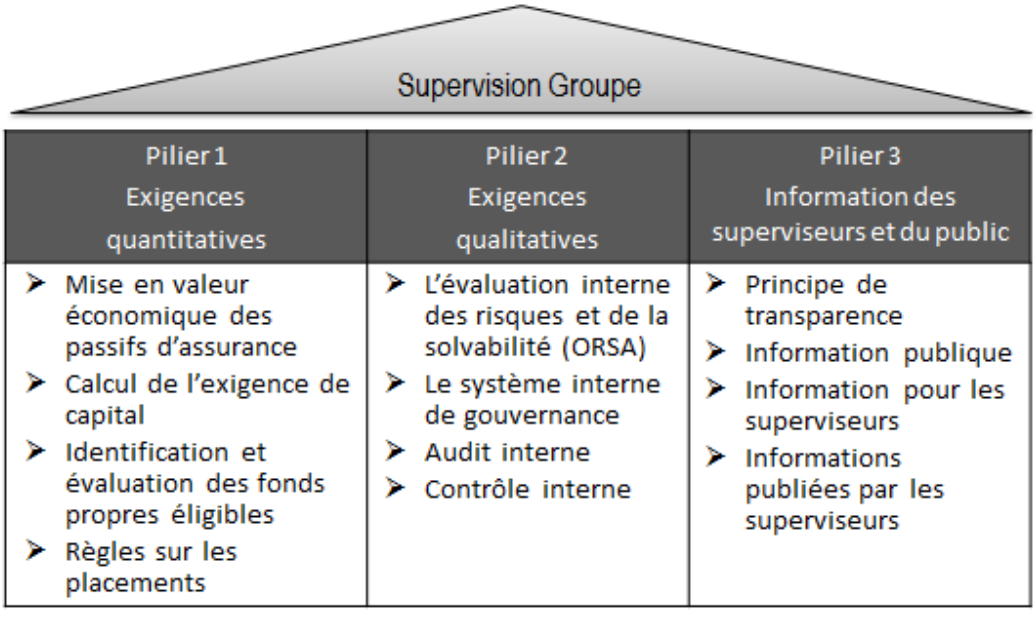


Figure 3: Les 3 piliers de solvabilité 2

A. Les provisions techniques

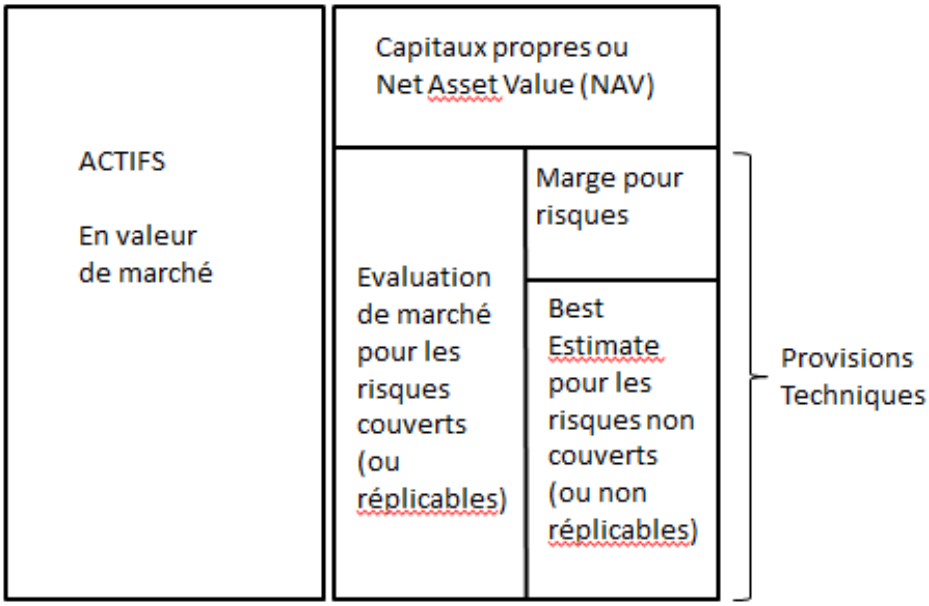


Figure 4: présentation d'un bilan sous solvabilité 2

L'évaluation des provisions techniques doit être effectuée en distinguant :

- Risques réplicables

Un passif est considéré comme réplicable si les flux qu'il engendre peuvent être parfaitement répliqués à l'aide d'instruments financiers disponibles sur un marché suffisamment actif, liquide et transparent. Ainsi, la juste valeur d'un risque réplicable correspond au cours observé sur le marché qui est choisi pour valoriser le passif. Il s'agit d'une évaluation « *mark to market* ».

- Risques non réplicables

Un passif est supposé non réplicable si aucune valeur de marché n'existe. Dans ce cas, l'évaluation doit correspondre à la somme d'une provision *Best Estimate* et d'une marge de risque (*Risk Margin*). La majorité des risques portés par les assureurs est non réplicable.

a. Le Best Estimate

Le *Best Estimate (BE)* constitue une estimation au plus juste des engagements des assurés et de l'assureur.
Le BE est égal à la valeur actuelle probable des cash flows futurs nécessaires pour honorer les engagements sur toute la durée de vie du portefeuille.

$$BE = \sum_{t=1}^{N} \frac{Flux_t}{(1+r_t)^t}$$

avec :

- $Flux_t$: Les flux probables de l'année t ;
- r_t : Taux sans risque de maturité t ;
- N : L'horizon de simulation.

Son calcul est fondé sur une approche économique prospective, des informations actuelles crédibles et des hypothèses réalistes. Une telle modélisation fait appel à des méthodes actuarielles et des techniques statistiques adéquates. Elle doit tenir compte de toutes les entrées et sorties de capital relatives aux engagements de l'assureur et des assurés, jusqu'à l'échéance de tous les contrats ouverts.
La courbe de taux utilisée pour l'actualisation des cash-flows futurs dans le calcul du BE est la courbe des taux utilisée par un des principaux bancassureurs français (Cf. Figure 13).

b. La marge pour risque

Dans le cas de passifs non réplicables, la marge de risque (en anglais *Risk Margin*, RM) s'ajoute au *BE* de manière à garantir que la valeur des provisions techniques soit équivalente au montant dont une compagnie d'assurance aurait besoin pour reprendre et honorer les engagements découlant du portefeuille en cours même dans le cas d'un stress scénario. La marge de risque correspond au coût d'immobilisation des fonds propres.
Elle est calculée selon la méthode du coût du capital (CoC). La marge de risque doit donc être calculée en fonction du coût que représente la mobilisation de capitaux propres à hauteur du SCR jusqu'à la liquidation des engagements en cours. Le coût de mobilisation de ces fonds propres éligibles, appelé *Cost of Capital* (CoC), est de 6% dans le QIS 5.

$$RM = 6\%. \sum_{t>0} \frac{SCR_t}{(1+r_t)^{t+1}}$$

B. Le capital réglementaire

a. Définition du MCR

Le MCR (Minimum Capital Requirement) représente le niveau minimum de fonds propres en dessous duquel l'intervention de l'autorité de contrôle sera automatique et pourra entraîner le retrait de l'agrément de l'entreprise. Il est déterminé par un calcul simplifié identique pour toutes les compagnies.

Le MCR doit être compris entre 25% et 45% du SCR et doit respecter un seuil plancher de 3,2 M€ pour les compagnies d'assurance vie.

b. Définition du SCR

Le SCR (Solvency Capital Requirement) dit Capital de Solvabilité Requis correspond au niveau de fonds propres que doit détenir une compagnie d'assurance dans une optique de continuité d'activité.
Il s'agit d'un capital économique, c'est-à-dire qu'il reflète les risques réellement supportés par les compagnies d'assurance, en tenant compte de la diversification entre les risques et des outils de transferts du risque. Son calcul repose sur une formule standard ou sur l'utilisation d'un modèle interne ou partiel propre à la compagnie d'assurance. Son franchissement à la baisse entraînerait l'exigence d'un plan de redressement.

Sous solvabilité 2, la condition de solvabilité est définie par la relation suivante :

Actif > Passif + SCR soit : Fonds propres > SCR

La réforme Solvabilité 2 base ses exigences quantitatives sur la notion de Value-at-risk. Le SCR est défini comme le niveau de capital nécessaire pour éviter tout risque de faillite dans 99,5% des cas à horizon 1 an. C'est donc le niveau de capital requis tel que la probabilité de ruine économique à 1 an soit inférieure à 0,5% :

$$P(NAV_1 < 0) \leq 0.5\%$$

Le capital de solvabilité requis peut être calculé soit à l'aide de la formule standard proposée par la Commission européenne soit par un modèle interne propre à l'entreprise. Il est également possible d'avoir recours à un modèle interne partiel pour calculer le SCR. Dans ce cas, l'entreprise programme son propre modèle pour certains risques et utilise la formule standard pour les autres. Les résultats obtenus via le modèle interne partiel doivent ensuite être agrégés avec ceux calculés par la formule standard pour déterminer le SCR. Dans le cadre de ce mémoire, seule la formule standard est étudiée.

i. Structure générale du SCR : approche bottom-up

Le QIS 5 propose une méthode de calcul similaire pour tous les assureurs basée sur une approche modulaire des risques supportés par l'assureur (à l'exception du risque opérationnel).

Le SCR global dans la formule standard est défini de cette façon :

$$SCR = BSCR - Adj + CR_{op}$$

avec :

- $BSCR$: Basic SCR (Capital de solvabilité requis de base) ;
- CR_{op} : Capital Requis pour les risques opérationnels ;
- Adj : Ajustements dus aux effets d'absorption des provisions techniques et des impôts différés.

Le BSCR constitué dans ce mémoire est constitué de 2 des 6 modules de risques définis dans le QIS 5 (les modules non représentés sont les suivants : santé, contrepartie, non-vie et actifs incorporels) :

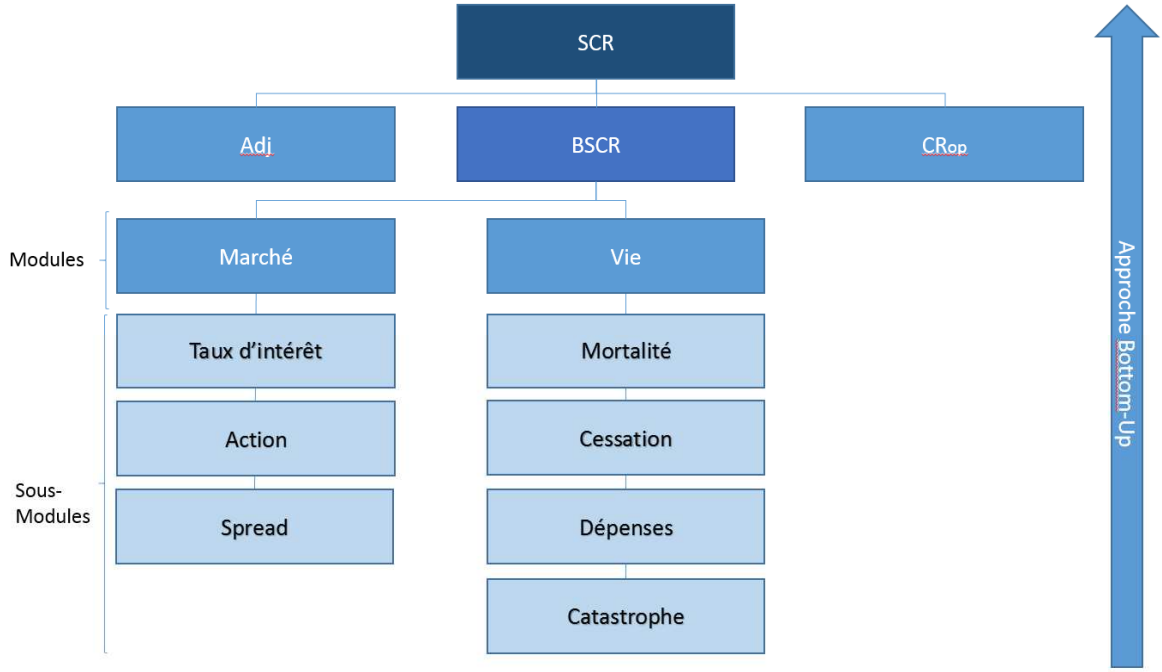


Figure 5: présentation du calcul du SCR par approche « bottom-up »

Le risque de souscription « vie » regroupe l'ensemble des risques liés à une tarification insuffisante lors de la souscription d'un contrat d'assurance vie. Il prend en compte le risque de cessation, de mortalité, de dépenses et de catastrophe.
Le risque de marché est le risque de perte dû à la volatilité des cours de marché des instruments financiers. Ce risque résulte de variations telles que le cours des actions et les taux d'intérêt.

Avec les modules Vie et Marché pris en compte dans ce mémoire, le BSCR se calcule de la façon suivante afin d'agréger ces risques :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{ij} Corr_{ij} \times SCR_i \times SCR_j}$$

avec :

- SCR_i : Capital requis au titre du risque de Marché ;
- SCR_j : Capital requis au titre du risque Vie ;
- $Corr_{ij}$: Coefficient de corrélation entre les modules de risque Vie et Marché.

La matrice de corrélation pour agréger les risques Vie et Marché est la suivante :

$Corr_{ij}$	$SCR_{marché}$	SCR_{Vie}
$SCR_{marché}$	1	
SCR_{Vie}	0,25	1

Tableau 1 : Matrice de corrélation des $SCR_{Marché}$ et SCR_{Vie} (Source : QIS5)

ii. Calcul des capitaux requis

Pour calculer les capitaux requis, on utilise des scénarios ou stress tests qui consistent en des chocs instantanés et indépendants s'appliquant à la fois sur les actifs et les passifs de l'entreprise d'assurance, c'est-à-dire sur ses fonds propres économiques. Ces chocs sont définis pour chaque sous-module de chaque risque et des matrices de corrélation entre chaque sous-module doivent être utilisées.

Pour un risque k (par exemple le risque de souscription Vie) et deux sous-modules i et j :

$$SCR_k = \sqrt{\sum_{ij} Corr_k_{ij} \times k_i \times k_j}$$

Avec $Corr_k_{ij}$ la matrice de corrélation pour le risque k entre les sous-modules i et j, k_i le capital requis pour le sous-module i au titre du risque k.

Le capital requis k_i va être calculé comme la variation du niveau des fonds propres économiques suite à un choc sur ce sous-module. L'ampleur de ce choc a été calibrée pour respecter la contrainte de VaR à 99.5%.

$$k_i = max\{NAV_{standard} - NAV_{k_i}; 0\} = max\{(A_{standard} - A_{k_i}) - (BE_{standard} - BE_{k_i}); 0\}$$

avec :

- $NAV_{standard}$: la Net Asset Value, soit l'actif net réel en situation standard (sans choc) ;
- NAV_{k_i} : l'actif net réel après choc sur le sous-module i du module k ;
- $A_{standard}$ et A_{k_i} : la valeur de marché des actifs avant et après choc ;
- $BE_{standard}$ et BE_{k_i} : la valeur de marché des passifs avant et après choc.

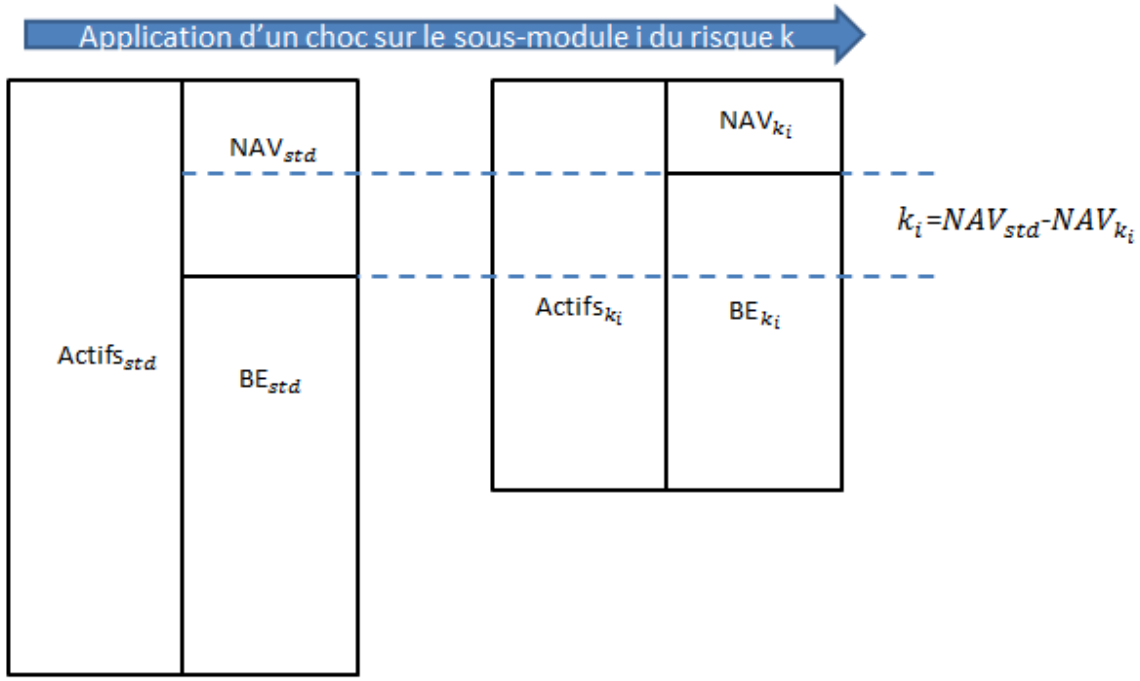


Figure 6: Calcul du capital requis k_i pour le sous-module i au titre du risque k

Si le choc entraîne une hausse des fonds propres économiques (NAV), le capital requis correspondant est nul (il ne peut être négatif).

Calculs pour le risque de souscription Vie

Pour le risque de souscription vie, les sous-modules suivants ont été implémentés :

- Le risque de mortalité : Il correspond au risque que les assurés meurent plus vite que ne le prévoyaient les hypothèses du BE. Le risque de mortalité concerne tous les contrats garantissant le versement de prestations en cas de décès de l'assuré, et pour lesquels une hausse de la mortalité conduira donc à une augmentation des provisions techniques.

  ⇨ Le scénario choqué dans le cadre de ce modèle (conformément aux QIS 5) correspond à une augmentation permanente de la mortalité de 15%.

- Le risque de cessation : C'est le risque de perte ou d'augmentation des passifs dû à un écart entre le taux réel d'exercice des options contractuelles de l'assuré et celui estimé dans le BE. Les spécifications techniques du QIS5 spécifient que la charge en capital relative au risque de cessation est obtenue en calculant la variation de la NAV après l'application de chocs haussier et baissier sur les taux de cessation.

  ⇨ Le chargement en capital correspondant à ce sous-module se calcule comme le maximum de différence de NAV suivant trois chocs :
  - Un choc à la hausse de 50% des lois de cessation (dans la limite d'un taux de cessation global égal à 100%)
  - Un choc à la baisse de 50% des lois de cessation (dans la limite d'un taux de cessation global en baisse de 20%)
  - Une cessation de masse de 40%

- Le risque de dépenses : C'est le risque d'une augmentation des frais de gestion du contrat d'assurance.

  ⇨ La charge en capital correspond à la variation de la NAV suite à une combinaison de deux chocs simultanés :
  - une augmentation de 10 % des dépenses futures par rapport aux anticipations du BE ;
  - une augmentation de 1 % par an du taux d'inflation des dépenses rapport aux anticipations

- Le risque de catastrophe : Ce risque prend en compte des événements extrêmes ou irréguliers de type pandémie, explosion nucléaire…

  ⇨ La charge en capital pour le sous-module catastrophe désigne la variation de la NAV après une hausse absolue de 0,15 point des taux de mortalité des assurés la première année.

La matrice de corrélation entre les sous-modules de risque Vie est la suivante :

	Matrice de Corrélation Vie			
	Mortalité	Rachat	Dépenses	Catastrophe
Mortalité	1	0	0,25	0,25
Rachat	0	1	0,5	0,25
Dépenses	0,25	0,5	1	0,25
Catastrophe	0,25	0,25	0,25	1

Tableau 2 : Matrice de corrélation des capitaux requis des sous-modules du module Vie (Source : QIS5)

Calculs pour le risque de marché.

Pour le risque de souscription vie, les sous-modules suivants ont été implémentés :

- Le risque de taux d'intérêt : Le risque de taux d'intérêt concerne les actifs et passifs qui sont sensibles aux variations de la courbe des taux d'intérêt.

  ⇨ Dans les spécifications techniques du QIS5, la charge en capital requise est obtenue par le calcul des variations de la NAV après application de deux scénarios de choc sur les taux, un scénario haussier et un scénario baissier. Le chargement en capital au titre du taux d'intérêt découle du type de choc qui requiert le chargement en capital le plus élevé.

- Le risque sur actions : Le risque sur actions concerne les actifs d'assurance sensibles à la variation du cours des actions.

  ⇨ Pour les actions dites « globales » définies dans le QIS 5, soit les actions cotées sur un marché réglementé d'un pays de l'espace économique européen ou de l'OCDE, le choc à appliquer est une baisse de 39% de la valeur de marché de ces actifs (pour les actifs de catégorie 1), auquel on ajoute un ajustement symétrique).

- Le risque de spread ou risque de crédit : Le spread traduit l'écart de taux actuariel entre le taux d'une obligation et le taux équivalent d'un emprunt sans risque. Il s'agit de la rémunération du risque sur des obligations pour lesquelles le risque de défaut n'est pas nul. Plus la note de l'émetteur est faible et plus le risque de spread est important. Le choc appliqué sur le risque de spread se définit comme la variation de la NAV suite à une baisse de la valeur des obligations (hors obligations d'Etats). Le capital requis va être fonction de la duration par classe d'obligation (notes AAA, AA,… dans ce mémoire 5 classes d'obligations ont été considérées), de la valeur de marché de l'obligation et d'une fonction de la classe de notation de l'exposition au risque.

- Le risque d'illiquidité: Ce risque n'est plus pris en compte depuis 2013 et n'est donc pas étudié dans ce mémoire.

Dans le cas du risque de marché, le SCR de marché (SCR_{mkt}) est défini comme le maximum entre l'agrégation des sous-modules (i et j) avec un choc de taux à la hausse (mkt_up) et avec un choc de taux à la baisse (mkt_down) :

$$SCR_{mkt} = max\left(SCR_{mkt_up}; SCR_{mkt_down}\right)$$

$$SCR_{mkt} = max\left(\frac{\sqrt{\sum_{ij} Corr_{mkt_{up}\,ij} \times mkt_{up_i} \times mkt_{up_j}}\,;}{\sqrt{\sum_{ij} Corr_mkt_down_{ij} \times mkt_down_i \times mkt_down_j}}\right)$$

Les matrices de corrélation sont les suivantes :
Hausse du marché pour les sous-modules considérés :

	Matrice de Corrélation Market Up			
	Taux d'intérêt	Action	Spread	Illiquidité
Taux d'intérêt	1	0	0	0
Action	0	1	0,75	0
Spread	0	0,75	1	-0,5
Illiquidité	0	0	-0,5	1

Tableau 3 : Matrice de corrélation des capitaux requis des sous-modules du module Marché en cas de choc de taux à la hausse (Source : QIS5)

Baisse du marché pour les sous-modules considérés :

	Matrice de Corrélation Market Down			
	Taux d'intérêt	Action	Spread	Illiquidité
Taux d'intérêt	1	0,5	0,5	0
Action	0,5	1	0,75	0
Spread	0,5	0,75	1	-0,5
Illiquidité	0	0	-0,5	1

Tableau 4 : Matrice de corrélation des capitaux requis des sous-modules du module Marché en cas de choc de taux à la baisse (Source : QIS5)

iii. Le risque opérationnel

Le risque opérationnel est le risque de perte résultant de processus internes défaillants ou inadaptés, du personnel et des systèmes, ou d'événements externes. Le risque opérationnel comprend également les risques juridiques et exclut les risques découlant des décisions stratégiques, ainsi que les risques de réputation. Le module de risque opérationnel est conçu pour traiter les risques opérationnels dans la mesure où ces risques n'ont pas été explicitement traités dans d'autres modules de risque.
La formule de calcul du chargement en capital du risque opérationnel dans le QIS 5 est donnée par :

$$\boldsymbol{CR_{op} = min(30\% \times BSCR; Op) + 0.25 \times Exp_{ul}}$$

avec :

- $\boldsymbol{Exp_{ul}}$: Montant des dépenses annuelles (brutes de réassurance) relatives à l'activité en unités de compte
- $\boldsymbol{Op}$: Charge en capital du risque opérationnel lié aux activités autres que celles des unités de compte (tous les calculs sont bruts de réassurance) :

$$\boldsymbol{Op = max\left(Op_{premiums}; Op_{provisions}\right)}$$

Avec dans le cadre du contrat Euro diversifié étudié dans ce mémoire :

$$\boldsymbol{Op = Op_{provisions} = 0.45 \times \left(TP_{life} - TP_{life-ul}\right)}$$

avec :

- $\boldsymbol{TP_{life}}$: Total des provisions pour l'activité vie
- $\boldsymbol{TP_{life-ul}}$: Total des provisions techniques pour l'activité UC des contrats d'assurance vie

iv. L'ajustement

Selon les termes de la directive Solvabilité II, le calcul du SCR contient un ajustement « visant à tenir compte de la capacité d'absorption de pertes des provisions techniques et de l'impôt différé ».

Le calcul de l'ajustement se sépare en deux parties :

$$Adj = Adj_{TP} + Adj_{DT}$$

avec :

- Adj = le montant des ajustements ;
- Adj_{TP}= le montant des ajustements pour absorption des pertes des provisions techniques ;
- Adj_{DT}= le montant des ajustements pour absorption des pertes des impôts différés (DT, *deffered taxes*).

Cet ajustement traduit le fait que, dans un contexte défavorable (pertes non anticipées), la PB versée aux assurés sera plus faible (ajustement TP) et les impôts futurs à verser également (ajustement DT). L'ajustement est forcément négatif.

Calcul de l'Adj_{TP}

La définition de l'Adj_{TP} est la suivante :

$$Adj_{TP} = -\min(BSCR - nBSCR; FDB)$$

avec :

- $BSCR$ = le BSCR brut d'absorption de la PB future : sous cette hypothèse, l'assureur conserve la même politique de distribution de PB après l'application des chocs.
- $nBSCR$ = le capital de base requis net : sous cette hypothèse, l'assureur modifie sa politique de taux afin de prendre en compte l'impact des chocs.
- FDB = *Futur Discretionary Benefits* : il s'agit de la PB purement discrétionnaire (à la main de l'assureur). Ainsi le BE, qui se définit comme l'actualisation de l'ensemble des flux futurs, peut se décomposer en Best Estimate Garanti (BEG) correspondant à l'actualisation de l'ensemble des engagements définis dans le contrat et en FDB.

Soit : FDB = BE – BEG.

Calcul de l'Adj_{DT}

L'Adj_{DT} se définit comme la variation des impôts différés qui résulteraient d'une perte d'un montant de :

$$SCR_{shock} = BSCR + Adj_{TP} + SCR_{op}$$

Les impôts différés au passif en scénario central ($IDP_{central}$) se définissent comme :

$$IDP_{central} = Tx_impôt \times NAV_{central}$$

Pour calculer l'ajustement d'impôt induit par le choc on calcule d'abord :

$$NAV_{shock} = NAV_{central} - SCR_{shock}$$

- Dans le cas où NAV_{shock} est positif, il y a des impôts différés au passif :

$$IDP_{shock} = Tx_impôt \times NAV_{shock}$$

Et l'ajustement vaut :

$$Adj_{DT} = -(IDP_{central} - IDP_{shock})$$

- Dans le cas où NAV_{shock} est négatif, il n'y a plus d'impôt différé au passif mais un crédit d'impôt à l'actif. Les crédits d'impôts n'ont pas été traités dans le cadre de ce mémoire. Nous avons donc :

$$IDP_{shock} = 0$$

Et l'ajustement vaut :

$$Adj_{DT} = -IDP_{central}$$

I.3 Les contrats avec provision de diversification

A. Les contrats Eurodiversifiés

Les années 1990 ont marqué un fort développement de l'assurance-vie, notamment des fonds en euros. La baisse des taux marquée depuis 1998 et la nécessité pour les assureurs de garantir leurs engagements les ont amenés à proposer une nouvelle sorte de support caractérisé par un investissement en actions plus important et une garantie du capital uniquement à échéance.

a. Historique & textes réglementaires

i. la loi Fillon du 21 août 2003

La loi n°2003-775 du 21 août 2003, dite « loi Fillon », a été promulguée dans un contexte de financement des retraites par répartition se compliquant. Elle avait pour objectif principal d'offrir un accès aux supports d'épargne retraite au plus grand nombre tout en développant l'investissement en actions notamment via un produit : le Plan d'Epargne Retraite Populaire (PERP).

Avant la loi Fillon, les seuls contrats retraites existants étaient :
- Les contrats souscrits par les entreprises pour leurs salariés;
- Les contrats Madelin pour les travailleurs non salariés;
- Les contrats d'assurance-vie convertis en rente.

La loi Fillon a défini trois types de contrat pouvant bénéficier de l'enveloppe fiscale spécifique au PERP : un contrat de rente viagère différée, un contrat d'assurance-vie obligatoirement converti en rente et un contrat régi par l'article L441-1 du Code des Assurances.
Le décret n°2004-342 du 21 avril 2004 et l'arrêté du 22 avril 2004 complètent le cadre législatif fixé par la loi Fillon et précisent toutes les modalités de fonctionnement des contrats « PERP » et l'enveloppe fiscale s'y rattachant.

Les contrats PERP peuvent être de trois natures différentes :
- PERP en euros classiques (mono-support euro) ;
- PERP multisupports (support euro + unités de compte) ;
- Une nouvelle nature de support : le PERP en euros diversifiés.

Les principes de cette dernière nature sont précisés dans le décret n°2004-342 :
- L'article 27 du décret introduit la notion de Provision de Diversification (PD), provision complémentaire de la Provision Mathématique (PM), destinée à absorber les fluctuations des actifs.
- L'article 47 introduit différents modes de calcul de la PM :
  - Le 1° de l'article définit la PM comme étant la valeur actuelle des garanties à terme du contrat (**Eurodiversifié actuariel**) ;

- Le 3° de l'article définit la PM comme étant une proportion de la prime investie. La valeur de la PM n'évoluant pas du fait du taux technique réglementairement nul dans le cadre du PERP (**Eurodiversifié contractuel**).

ii. la loi Breton du 26 juillet 2005

La loi n°2005-842 pour la confiance et la modernisation de l'économie du 26 juillet 2005, dite « loi Breton », a pour objectif de favoriser l'investissement durable en actions. Elle étend les supports Eurodiversifiés aux contrats d'assurance-vie collective via les articles L142 du Code des Assurances (*Livre Ier : Le contrat – Titre IV : Les assurances de groupe – Chapitre II : Règles particulières aux contrats d'assurance sur la vie diversifiés*).

Les arrêtés et décrets du 26 juillet 2006 (articles A142 et R142 du code des Assurances) définissent très précisément les aspects techniques, les principes et les contraintes de fonctionnement de l'Eurodiversifié.

b. Principes des contrats Eurodiversifiés

i. Cadre et principes généraux

- La loi Fillon propose les supports diversifiés au sein du nouveau cadre réglementaire PERP. La loi Breton étend ces supports à l'assurance vie/décès (à l'exception des temporaires décès) mais **uniquement dans le cadre de contrats groupe, non liés à la cessation d'activité professionnelle** (art. L142-1 du Code des Assurances). Les contrats PERP conservent donc leur fonctionnement propre. Par ailleurs, les contrats diversifiés peuvent comprendre des engagements exprimés en unités de compte mais **pas d'engagements en euros** (IV du R142-2 du Code des Assurances).
- Les actifs en représentation des supports en euros diversifiés sont **cantonnés**. Ce cantonnement, signifié par l'établissement d'une comptabilité auxiliaire d'affectation au VII de l'article 108 de la loi Fillon pour les PERP, a été maintenu suite à la loi Breton, dans le cadre des contrats d'assurance vie (art. L142-2 du Code des Assurances).

- Les actifs en représentation des engagements relatifs aux supports diversifiés ne sont plus comptabilisés en valeur historique mais en **valeur de réalisation** selon l'article 28 du décret n°2004-342 de la loi Fillon et l'article R142-3 du Code des Assurances. Cette valeur est utilisée lors de chaque inventaire afin de valoriser les provisions des supports diversifiés (Cf. paragraphe ci-dessous).

- Concernant la PB, elle est à calculer au moins trimestriellement (II du A331-4 du Code des Assurances) et est à distribuer selon le II de l'article R142-5 du Code des Assurances, à savoir : sous forme de montant garanti en revalorisant la PM, en revalorisant la VL de la part de PD ou en attribuant de nouvelles parts de PD. Par ailleurs, le contrat doit préciser les règles d'attribution de cette PB en cas de rachat intervenant entre deux arrêtés comptables (V du R142-5 du Code des Assurances).

- La comptabilisation en valeur de réalisation a un impact immédiat sur le compte de bilan des contrats comptant des supports diversifiés. L'article 27 du décret n°2004-342 d'application de la loi Fillon et l'article R142-1 du décret n°2006-921 d'application de la loi Breton définissent les provisions relatives aux contrats diversifiés. Ces provisions sont :
  - La Provision Mathématique ;
  - La Provision de Diversification ;
  - La Provision pour Frais d'Acquisition Reportés ;
  - La Provision Globale de Gestion. Cette dernière n'étant pas inscrite au passif du bilan de la comptabilité auxiliaire d'affectation.

De par le fonctionnement même des contrats diversifiés, plusieurs provisions, habituellement utilisées, ne le sont plus, parmi lesquelles les suivantes :

- La réserve de capitalisation, dotée des plus-values obligataires réalisées. Celles-ci étant désormais acquises au canton dans le cadre des contrats diversifiés.
- La Provision pour Risque d'Exigibilité est passée lorsque les actifs non obligataires sont en moins-value au regard de leur valeur d'acquisition. Dans le cadre des contrats diversifiés, cette moins-value sera comptabilisée dans la valorisation de l'actif lors de l'inventaire.
- La Provision pour Participation aux Excédents, utilisée pour « stocker » des produits réalisés à l'actif et non distribués. Dans le cadre des contrats diversifiés, toute richesse produite est distribuée au canton dans les limites réglementaires/contractuelles.

Il apparaît que de par ce fonctionnement, le passif est à tout moment couvert par l'actif (R142-4 du Code des Assurances). En cas de sous-couverture du passif par l'actif, le financement de nouveaux actifs en représentation des engagements de l'assureur par un apport de fonds propres est obligatoire (R342-3 du Code des Assurances).

Dans le cadre de notre étude, nous avons uniquement valorisé la PM et la PD. Le capital investi sur un support diversifié sera donc divisé entre ces deux provisions.
Il est à préciser que, si le passif est divisé en deux provisions, l'actif est « global ». Il n'y a pas adéquation obligatoire entre la PM et les obligations et donc, mécaniquement, entre la PD et les actions.

ii la Provision Mathématique

Lors de l'adhésion au contrat, l'assuré fixe :

- Le niveau de garantie en capital à échéance ;
- La date d'échéance de cette garantie.

Le capital garanti à échéance correspond alors au produit du capital investi par le niveau de garantie choisi. La PM, selon que nous considérons un fonds contractuel ou un fonds actuariel, se définit comme étant :

- Pour un fonds actuariel, la valeur actualisée en date d'inventaire du capital garanti à échéance. L'actualisation étant calculée par rapport à la date d'échéance de la garantie. Les taux d'actualisation étant une fraction de la moyenne semestrielle du TME (A142-1 du Code des Assurances).
- Pour un fonds contractuel, la fraction invariante de l'investissement correspondant au niveau de garantie choisi.

$$PM_{actuarielle} = \frac{Capital\ investi * Niveau\ de\ garantie}{(1 + 75\%\ TME)^{\min(DR;8)} * \ (1 + \min(3{,}5\% ; 60\%\ TME))^{\max(0;DR-8)}}$$

Avec DR = Durée Résiduelle = Durée initiale de la garantie − Durée écoulée depuis l'adhésion

$$PM_{contractuelle} = Capital\ investi * Niveau\ de\ garantie$$

Elle est exprimée en euros.

iii la Provision Technique de Diversification

Cette provision est exprimée en nombre de parts. Ces parts ont une VL. La valeur initiale de cette VL est fixée lors de la création du canton. La VL est ensuite calculée lors de chaque inventaire.

Lors de l'investissement, nous avons :

$$Valeur\ PTD = Montant\ investi - Valeur\ PM$$

Lors de l'investissement, intervenant juste après l'inventaire, la VL de la part de PD vient d'être calculée, et il est alors possible de calculer le nombre de parts de PD n(PD) attribuées à l'investissement.

$$n(PD) = \frac{Montant\ investissement - Valeur\ PM}{VL_{PD}}$$

Lors de chaque inventaire, la VL de la part de PD, commune aux N assurés du canton, est recalculée comme suit :

$$VL_{PTD} = \frac{Valeur\ de\ réalisation\ des\ actifs - \sum_{i=1}^{N} PM_i}{\sum_{i=1}^{N} n(PD)_i}$$

Cette VL a une valeur minimale (III du R142-5 du Code des Assurances) égale à 5% de la VL initiale, définie lors de la création du fonds. En cas d'un calcul de VL inférieure à cette limite, nous sommes en situation de sous-couverture de l'actif et l'assureur a l'obligation d'effectuer un apport de fonds propres au sein du canton.

iv Exemple de valorisation des provisions d'un contrat Eurodiversifié

Hypothèses :

Investissement	100 €	**Revalorisation annuelle actions**	5,0%
Durée garantie	10 ans	**VL(PTD) initiale**	10 €
Niveau de garantie	100%	**Part initiale actions à l'actif**	20% actions

Tableau 5 : Hypothèses retenues dans le cadre de l'exemple de valorisation des provisions d'un contrat Eurodiversifié

Valorisation :

Année	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valorisation actions		5%	10%	-27%	-15%	-3%	12%	6%	-7%	-11%	10%
TEC10	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
Actif											
Actif obligations	80,00	81,20	82,42	83,65	84,91	86,18	87,48	88,79	90,12	91,47	92,84
Actif actions	20,00	21,00	23,10	16,86	14,33	13,90	15,57	16,50	15,35	13,66	15,03
Total	**100,00**	**102,20**	**105,52**	**100,51**	**99,24**	**100,08**	**103,05**	**105,29**	**105,47**	**105,13**	**107,87**
Passif											
PM	87,45	88,63	89,83	91,04	92,27	93,51	94,78	96,06	97,35	98,67	100
n(PTD)	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255	1,255
VL	10,00	10,81	12,50	7,55	5,55	5,23	6,59	7,36	6,47	5,15	6,27
PTD	12,55	13,57	15,69	9,48	6,97	6,56	8,27	9,24	8,12	6,46	7,87
Total	**100**	**102,2**	**105,52**	**100,52**	**99,24**	**100,07**	**103,05**	**105,3**	**105,47**	**105,13**	**107,87**

Tableau 6 : Tableau de valorisation d'un contrat Eurodiversifié en fonction d'hypothèses de TEC et d'évolutions d'actions.

Graphe de valorisation :

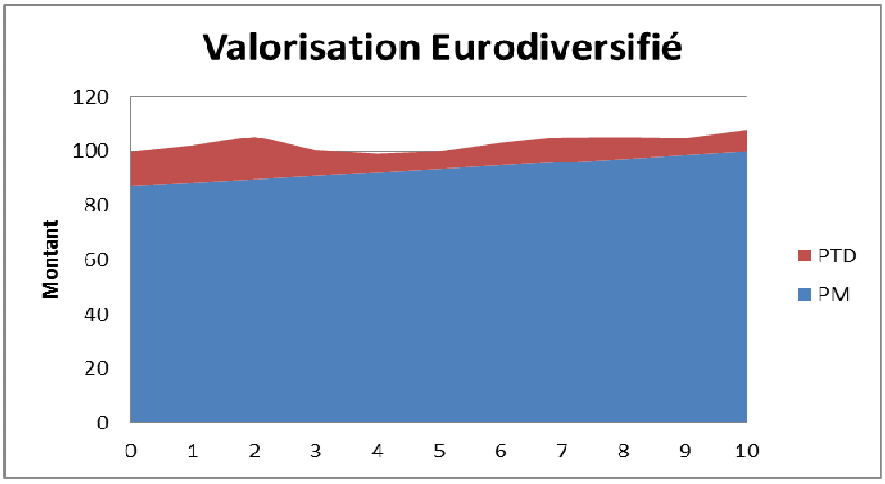


Figure 7: Graphique de valorisation des provisions de l'Eurodiversifié du tableau 5

Les principes de l'Eurodiversifié sont clairement visibles par le biais de cet exemple. En effet, on constate que la valorisation du passif est bien alignée sur celle de l'actif, à la hausse comme à la baisse, et que la PD absorbe la dépréciation ou la valorisation de l'actif alors, qu'en scénario de taux flat, la PM « se contente » de suivre sa valorisation régulière.

v les frais des contrats diversifiés

Le V de l'article R142-10 du Code des Assurances précise les prélèvements possibles pour un contrat Eurodiversifié. Ces prélèvements, précisés aux contrats, peuvent avoir comme assiette :

- Les primes versées, les montants transférés ou rachetés ;
- Sur les montants résultant de conversions à l'initiative de l'adhérent entre les droits exprimés en euros et ceux exprimés en unités de compte ;
- Sur la valorisation, en valeur de réalisation, des actifs de chaque assuré ;
- Sur le solde du compte de participation aux résultats, dans la limite de 15% de ce solde ;
- Sur les prestations versées ;
- Sur la somme annuelle, si elle est positive, des produits nets des placements et de la variation des plus ou moins-values non réalisées des actifs du contrat ;
- Sur une combinaison de ces éléments. L'assureur ne peut toutefois pas appliquer simultanément de prélèvements sur le solde du compte de participation aux résultats et sur la performance financière annuelle de l'actif.

a. Points forts/faibles et comparaison avec le support en euros

Au regard des contrats d'assurance-vie multisupports, le fonctionnement d'un contrat Eurodiversifié est plus complexe. La mise en place de tels contrats implique donc pour l'assureur :

- D'importantes évolutions du système informatique de gestion et des traitements éditiques notamment en termes de documents contractuels ;
- Une refonte des schémas comptables et du traitement actif/passif ;
- Une formation des équipes commerciales et relation clients.

Au-delà de ces investissements financiers et humains de la part de l'assureur, les contrats Eurodiversifiés possèdent également des freins, certains étant contextuels, d'autres intrinsèques au fonctionnement du produit, voire réglementaires :

- Depuis 2005, les investissements sur les produits Eurodiversifiés ont été relativement peu importants. De plus, le contexte de taux a fortement évolué depuis. Promouvoir l'Eurodiversifié aujourd'hui se fait donc à partir d'un historique de rendements peu représentatif, contrairement au support en euros ;
- Le cantonnement de l'actif empêche de bénéficier du rendement des obligations plus anciennes, comme c'est le cas pour le support euros ;
- L'utilisation de taux d'actualisation présentant une forte inertie (moyenne semestrielle du TME) et une corrélation partielle avec l'actif (75%; 60%), voire un plafonnement du

taux d'actualisation à 3,5%. En cas de hausse du TME au-delà de 6%, ce plafonnement est atteint et rend plus probable la nécessité d'apport de fonds propres de la part de l'assureur du fait de la sous-couverture de l'actif ;

- Dans le contexte actuel de taux très bas, le lancement d'un support Eurodiversifié peut s'accompagner d'une performance décevante en cas de remontée des taux du fait de la dépréciation obligataire à l'actif ;
- La garantie en capital, y compris une garantie partielle, n'est atteinte qu'à l'échéance du contrat contrairement au support en euros pour lequel l'assuré bénéficie d'une garantie permanente et d'un effet cliquet.

Néanmoins, les contrats Eurodiversifiés présentent des atouts indéniables pour l'assuré et pour l'assureur :

Pour l'assuré :

- L'espérance d'un rendement meilleur que le support en euros est réelle du fait d'une exposition aux actions plus importante que le fonds en euros et d'un alignement du passif sur l'actif sans présence de PPB, permettant une redistribution - même provisoire - plus importante des plus-values latentes. Ces dernières années, un contexte de baisse des taux a permis une revalorisation des actifs obligataires. Cette revalorisation a de plus été accompagnée d'une bonne performance des marchés financiers. Ci-dessous, les performances de certains contrats Eurodiversifiés du marché :

Nom commercial	Date de lancement	Perf. 2012	Perf. 2013	Perf. 2014	Perf. depuis création	Perf. annualisée depuis création
BNPP Avenir Retraite	Oct. 2010	+12,92%	+4,37%	+10,75%	+27,68%	**+6,05%**
BNPP Multiplacements Div.	Avril 2012	+7,43%	+6,39%	+10,69%	+26,52%	**+8,92%**
Pluie d'étoiles (AG2R LM)	2009	+14,60%	+8,52%	nc	+36,91%	**+6,48%**

Tableau 7 : Tableau de l'historique des rendements de produits Eurodiversifiés du marché

Pour l'assureur :

Les principaux atouts des contrats Eurodiversifiés pour les assureurs sont :

- La forte diminution du risque actif/passif du fait de la comptabilisation de l'actif en valeur de réalisation ;
- L'absence d'engagement permanent ;
- La baisse du besoin en marge de solvabilité (BMS) et ce, dès Solvabilité I. En effet, sous Solvabilité I, la PM est soumise à un BMS de 4%, comme les PM du support en euros. En revanche, la PD est soumise à un BMS de 1% seulement (à l'exception de la partie de PD correspondant à la VL_{min} qui est soumise également à un BMS de 4%).

B. Les contrats Eurocroissance

Dans le contexte de croissance quasi-nulle que la France connaît ces dernières années, le gouvernement a souhaité se tourner vers le secteur de l'assurance en tant que source de financement. Un temps menacé d'une refonte totale de sa fiscalité, le secteur de l'assurance-vie y a échappé en s'engageant à relancer l'Eurodiversifié. Ce produit est en effet ressorti, en avril 2013, au sein du rapport sur l'épargne financière et sur les besoins de financement de l'économie des députés Berger et Lefebvre, comme étant un bon véhicule de l'investissement à destination de « l'économie réelle ».
Le terme « Eurocroissance » se substitue alors au terme « Eurodiversifié » pour définir ces contrats. Basés sur les contrats Eurodiversifiés, les contrats Eurocroissance ont fait l'objet d'évolutions, fruits de nombreux échanges entre le Trésor Public et la FFSA, par rapport à ceux-ci.

a. Les textes réglementaires

Au sein du Code des Assurances, les contrats Eurocroissance sont définis, via l'ordonnance n°2014-696 du 26 juin 2014, par les articles L134 (*Livre 1er : Le contrat – Titre III : Règles relatives aux assurances de personnes et aux opérations de capitalisation – Chapitre IV : Engagements donnant lieu à constitution d'une provision de diversification*), les articles L142 définissant les contrats Eurodiversifiés ayant été abrogés le 28 juin 2014.

L'ordonnance n°2014-696 s'accompagne du décret n°2014-1008 du 4 septembre 2014 et de l'arrêté du 12 septembre 2014. L'article 5 de cet arrêté précise que les contrats Eurodiversifiés ne peuvent être régis selon leurs anciennes règles que jusqu'au 31 mars 2015.

b. Évolutions par rapport aux contrats Eurodiversifiés

Les évolutions apportées ont pour objectif de corriger les limites des contrats Eurodiversifiés et/ou d'en compléter les options de gestion financière. Néanmoins, le principe général des contrats à type de fonds actuariel, à savoir la présence d'une PM égale à la valeur actuelle des engagements et d'une PD absorbant la fluctuation de l'actif est conservée.

Tout d'abord, nous allons définir les principales caractéristiques inchangées :

- Le cantonnement de l'actif, associé à la comptabilité auxiliaire d'affectation est conservé (L134-2 du Code des Assurances) ;
- La comptabilisation de l'actif en valeur de réalisation est conservée (R134-3 du Code des Assurances) ;

- L'obligation de couverture du passif par l'actif est maintenue (R134-4 du Code des Assurances). Tout comme, l'obligation d'apport de fonds propres en cas de sous-couverture (L134-3 du Code des Assurances) ;
- Les règles de distribution de PB (R134-6 du Code des Assurances) notamment en cas de distribution de cette PB sur la PM ;
- Les prélèvements effectués par l'assureur au titre de ses frais (R134-11 du Code des Assurances).

Les principales évolutions de l'Eurocroissance par rapport aux contrats Eurodiversifiés sont les suivantes :

- L'article 125-0 A du Code Général des Impôts a été largement modifié pour ouvrir à la souscription ou à la conversion les supports Eurocroissance aux contrats multisupports, y compris les contrats individuels ainsi que ceux disposant d'un support en euros. Pour un contrat existant, la conversion vers un contrat dit « Eurocroissance » se traduit par un arbitrage des supports existants au contrat vers le support Eurocroissance. Cet arbitrage, s'il se fait depuis un contrat disposant d'un fonds en euros, doit compter au moins 10% de la PM relative au support euros. Cet arbitrage s'accompagne d'une taxe de 0,32% du montant arbitré depuis le support en euros, afin de composer le manque à gagner des intérêts composés dus à la capitalisation des Prélèvements Sociaux prélevés à chaque inscription en compte sur la plus-value latente du support en euros (LFSS2011) ;

- Les contrats Eurocroissance pouvant être issus d'une conversion, le contenu de la documentation pré-contractuelle a été indiqué très précisément ;

- De même, l'article 3 de l'ordonnance n°2014-696 précise que la période de renonciation ne s'applique pas qu'à la souscription mais également à la conversion ;

- En termes de communication, l'Eurocroissance étant la résultante d'une volonté politique ayant pour but l'investissement durable sur les marchés financiers ainsi qu'une contrepartie du statu-quo de la fiscalité de l'assurance-vie, il est nécessaire de s'assurer que la part de PD, plus propice aux investissements en actions, au sein des contrats Eurocroissance est significative. Pour ce faire, un reporting annuel, portant sur la répartition des engagements PM/PD et la duration des engagements, à destination de l'ACPR est demandé aux assureurs (A134-7 du Code des Assurances) ;

- En termes de calcul de la PM, afin de limiter l'inertie de la PM par rapport à l'évolution de l'actif, l'actualisation se fera désormais à 90% du TEC_n avec n la duration de chaque engagement au passif ou, à défaut, la duration du passif au global (A134-1 du Code des Assurances).

$$PM_{actuarielle} = \frac{Capital\ investi * Niveau\ de\ garantie}{(1 + 90\%\ TEC_n)^{DR}}$$

$$Avec\ DR = Durée\ Résiduelle = Durée\ initiale\ de\ la\ garantie - Durée\ écoulée\ depuis\ l'adhésion$$

$$Avec\ n = Duration\ au\ passif\ de\ chaque\ engagement\ ou\ duration\ globale\ du\ passif$$

$$PM_{contractuelle} = Capital\ investi * Niveau\ de\ garantie$$

- Inexistante pour les contrats Eurodiversifiés, une Provision Collective de Diversification Différée (PCDD) a été introduite (R134-2 du Code des Assurances). A l'instar de la PPB, la PCDD a pour rôle de recueillir de la PB non servie. Comme la PPB, la PB dotant la PCDD doit être servie au maximum 8 ans après son affectation à la PCDD. Comme pour la PPB, la part de PB qui peut doter la PCDD n'est pas limitée. Néanmoins, celle-ci a une valeur maximale :

$$Montant\ PCDD\ maximum_{après\ dotation} = 8\% * \max(garantie\ à\ terme\ globale\ ; Valorisation\ Actif)$$

- La VL_{min} de la part de PD, qui était égale à 5% de la VL de la part de PD lors de la création du canton pour les contrats Eurodiversifiés, est égale, pour les contrats Eurocroissance, à une valeur positive, exprimée en montant, et définie contractuellement ;

- La conversion de parts de PD en PM qui était possible, à l'initiative de l'adhérent, pour les Eurodiversifiés est, pour l'Eurocroissance, limitée (R134-7 du Code des Assurances). Elle ne peut avoir lieu que tous les 5 ans et doit respecter :

$$PD_{indiv.} - PD_{garantie\ indiv.} > 15\% * PM_{indiv.} \qquad après\ conversion$$

- En termes de fiscalité, la seule spécificité liée à l'Eurocroissance tient au prélèvement de Prélèvements Sociaux sur une assiette égale à la plus-value depuis l'ouverture du support Eurocroissance et ce, à l'atteinte de l'échéance de la garantie Eurocroissance.

Par ailleurs, l'entérinement réglementaire de l'Eurocroissance est accompagné de la signature d'un engagement déontologique de la part des assureurs qui précisent notamment que :

Le terme **Eurocroissance** ne peut uniquement être associé qu'a des produits offrant une **garantie à terme à 100%**. Si ce n'est pas le cas, ce produit devra être qualifié de fonds Croissance ou de support Croissance.

En octobre 2014, la question d'un éventuel « transfert de richesse » accompagnant les arbitrages du support en euros vers le support Eurocroissance se pose. En effet, les taux étant extrêmement faibles, la part d'actions à l'actif va être faible (du fait d'une PD réduite) et l'espérance de rendement de l'actif très réduite. Ce transfert de richesse aurait alors pour objectif d'augmenter les rendements de l'Eurocroissance lors des premières années de sa commercialisation. Cette richesse pourrait être prélevée :

- depuis la PPB du fonds en euros ;
- depuis la réserve de capitalisation ;
- ou depuis les plus-values latentes présentes à l'actif.

Dans tous les cas, ces richesses transférées vers la PCDD seraient calculées au prorata de l'arbitrage réalisé depuis l'Euro. Actuellement, la solution privilégiée serait le transfert de plus-values latentes. Se pose alors la question de gestion actif/passif et comptable d'un tel transfert car les plus-values ainsi réalisées devraient s'inscrire dans la réserve de capitalisation.

En mars 2015, la FFSA a été amenée à faire une nouvelle proposition au Trésor Public concernant les modalités de ce transfert de richesse. En effet, il est apparu compliqué de contourner la fiscalisation des plus-values réalisées. Dans cette nouvelle proposition, le transfert des plus-values latentes et de la PPB du fonds en euros ne devait se faire que via un transfert de titres. La plus-value ainsi transférée se ferait à hauteur du montant arbitré, au plus proportionnellement à la plus-value observée sur l'actif relatif à l'euro.
Le transfert de richesse dans le cadre des arbitrages est interprété par les politiques comme une perte de richesse par les assurés détenteurs de fonds euro et pouvant générer des demandes de certains assurés effectuant des rachats sur l'euro. Par ailleurs, ce transfert de richesse ne concernant que les arbitrages, il est dilué par les versements et ne garantit donc pas un complément de rendement suffisant.

En juillet 2015, une nouvelle proposition de la FFSA consisterait à mutualiser les plus-values observées sur l'Euro et l'Eurocroissance et à pouvoir effectuer des transferts dans un sens ou dans l'autre en fonction des besoins.

En septembre 2015, 2 projets de décret ont été soumis à consultation publique jusqu'au 15 octobre 2015. Les 2 projets présentent un transfert de richesse depuis les plus-values latentes

de l'actif du support en euros vers la PCDD. Le transfert de richesse depuis la PPB est abandonné. Le principe de mutualisation envisagé en juillet est également écarté.
Les 2 propositions sont les suivantes :

- Un transfert de titres ayant une valeur de marché égale à la somme du montant transféré de l'euro vers l'Eurocroissance en valeur nette comptable et, au maximum, au taux de plus-value latente de l'actif du support euro appliqué à ce montant transféré ;

- Un transfert de titres ayant une valeur de marché égale à la somme du montant transféré de l'euro vers l'Eurocroissance en valeur nette comptable et , au maximum, au taux de plus-value latente de l'actif du support euro appliqué au montant montant transféré et à la somme des prestations euro (sinistres, rachats) de l'année précédente. Le montant de richesse ainsi transférée vers la PCDD est au plus égale à 10% de la valeur de l'actif cantonné de l'Eurocroissance.

Cette seconde proposition a la faveur des assureurs car le montant de richesse transféré s'appuie sur une assiette beaucoup plus large et permet que les versements libres ne viennent pas diluer la richesse transférée dans le cadre des arbitrages de l'euro vers l'Eurocroissance.

Au 1er janvier 2016, la décision du ministère concernant les modalités du transfert de richesse de l'Euro vers l'Eurocroissance est toujours en attente.

Partie II – Modélisation de l'Eurodiversifié sous Solvabilité II

II.1 Conception du modèle

A. Modélisation de l'actif

La modélisation de l'actif retenue est basée sur une approche stochastique.

a. Génération de nombres aléatoires

La simulation de trajectoires de processus stochastique repose sur la simulation de variables aléatoires simples et indépendantes suivant une loi uniforme sur [0;1]. La fonction de répartition est la suivante :

$$F_U(u) = \begin{cases} 0 \; si \; u \leq 0 \\ u \; si \; 0 \leq u \leq 1 \\ 1 \; si \; u \geq 1 \end{cases}$$

Le générateur pseudo-aléatoire disponible sur VBA, *rnd()*, est un générateur congruentiel linéaire. À partir d'un nombre donné initialement appelé *graine,* une suite de nombre est générée. Changer de graine à chaque génération de suite (par exemple en utilisant la fonction *randomize* de VBA) permet de générer des suites de nombres d'apparence aléatoire.
Les simulateurs quasi-aléatoires tel celui du Tore mélangé permettent de produire des suites de séries aléatoires de meilleure qualité (cf. F. Planchet et P. Théron, 2005). Ce générateur présente la particularité de se baser sur les nombres premiers. L'algorithme du Tore mélangé est basé sur l'algorithme du Tore mais assure l'indépendance des variables générées.
La simulation de variables aléatoires uniformes $(u_n)_{n\in\mathbb{N}}$ par l'algorithme du Tore se formule ainsi :

$$u_n = n\sqrt{p} - \left[n\sqrt{p}\right]$$

avec :

- $[\,]$: Opérateur partie entière,
- p : Un nombre premier.

Les nombres générés ne sont pas indépendants terme à terme. Une solution pour contourner ce problème consiste à mélanger les valeurs avant de les utiliser pour simuler des trajectoires. Plutôt que d'utiliser la suite (u_n), la n-ième tirage sur [0;1] d'une loi uniforme générée par le nombre premier p, la suite (u_m) sera utilisée où m est obtenu de manière aléatoire dans $\mathbb{N}$.

$$u_m = u_{\varphi(n)} = \varphi(n)\sqrt{p} - \left[\varphi(n)\sqrt{p}\right]$$

Où $\varphi(n) = [\alpha \times N \times rnd(\,) + 1]$

avec :

- $\alpha \geq 1$. **Dans ce mémoire $\alpha = 10$** ;
- N : Le nombre de périodes de projection du modèle ;
- rnd : La fonction VBA générant des nombres aléatoires sur [0;1] selon une loi uniforme ;
- p : Un nombre entier. **Dans ce mémoire p=7.**

b. Simulation de variables aléatoires Gaussiennes

Les simulations intervenant dans le cas de modèles financiers tels que ceux utilisés pour simuler l'actif d'un portefeuille d'assurance font en général intervenir des mouvements browniens. C'est le cas du modèle HJM et du modèle de Merton présentés dans la suite de ce mémoire.

Si u suit une loi uniforme sur [0;1], $F^{-1}(u)$ peut s'apparenter à une réalisation d'une variable aléatoire suivant une fonction de répartition F, et dans le cas du modèle présenté, F représente une loi normale centrée réduite $N(0,1)$. L'inverse de la normale centrée réduite n'étant pas calculable directement, l'algorithme de Box-Muller permet une bonne approximation.

A partir des variables U_1 et U_2 indépendantes de loi uniforme sur [0,1] générées précédemment, on pose :

$$X_1 = \sqrt{-2\log U_1} \times \cos(2\pi U_2)$$
$$X_2 = \sqrt{-2\log U_1} \times \sin(2\pi U_2)$$

Alors X_1 et X_2 sont indépendantes et de même loi $N(0,1)$.

c. Modélisation du taux d'intérêt

Il existe une multitude de modèles de taux d'intérêt pour représenter la part d'actif dite non risquée dans notre bilan. Les modèles classiques de taux comme le modèle de Vasicek ou CIR (Cox, Ingersoll, Ross) modélisent le taux court instantané sous les hypothèses de marché parfait (marché efficient, absence de coûts de transaction, titres parfaitement divisibles, agents

rationnels et disposant du même niveau d'information) avec l'EDS (Equation Différentielle Stochastique) suivante :

$$dr_t = \mu(r_t, t)dt - \sigma(r_t, t)dW_t$$

Le modèle HJM (pour Heath Jarrow Morton) adopté pour notre mémoire permet d'être plus en adéquation avec les observations empiriques des courbes de taux. Ici, le modèle ne repose plus sur la diffusion du taux instantané r_t comme dans l'EDS précédente mais sur la diffusion de l'ensemble des taux instantané forward $f(t,T)$. L'avantage de ce modèle est donc bien d'être compatible avec la courbe des taux utilisée dans ce mémoire.
L'équation générale d'un modèle HJM s'écrit :

$$df(t,T) = \mu(t,T)dt - \sigma(t,T)dW_t$$

Le modèle fait référence à une structure initiale du taux forward, et utilise des paramètres dépendants du temps (t) et de la maturité (T). Ce modèle est un modèle d'arbitrage qui tente de s'ajuster automatiquement à la structure des taux d'intérêts.

La volatilité dans notre modèle HJM s'exprime ainsi (modèle de Hull and White, l'ensemble des points suivants sont traités dans l'ouvrage *Scénarios économiques en assurance* de F. Planchet, P. Thérond et A. Kaméga (2009)) :

$$\sigma(t,T) = \sigma e^{-k(T-t)} \; avec \; k > 0$$

La volatilité diminue donc en se rapprochant de l'échéance et k est un facteur de force de retour à la moyenne (lorsque volatilité nulle).

L'expression reliant le drift à la volatilité du processus est la suivante :

$$\mu(t,T) = \sigma(t,T)\int_t^T \sigma(t,s)\,ds$$

Soit avec l'expression de la volatilité précédente :

$$\mu(t,T) = \frac{\sigma^2}{k}\left(e^{-k(T-t)} - e^{-2k(T-t)}\right)$$

L'EDS devient donc dans l'univers risque neutre :

$$df(t,T) = \frac{\sigma^2}{k}\left(e^{-k(T-t)} - e^{-2k(T-t)}\right)dt + \sigma e^{-k(T-t)}d\widetilde{W}_t$$

Où $\tilde{W}_t$ est un processus de Wiener dans l'univers risque neutre.

L'intégration de cette équation donne :

$$f(t,T) = f(0,T) - \frac{\sigma^2}{2k^2}\left(1 - e^{-k(T-t)}\right)^2 + \frac{\sigma^2}{2k^2}(1 - e^{-kT})^2 + \sigma \int_0^t e^{-k(T-s)}\, d\tilde{W}_t$$

L'évolution du taux court terme est déduite à partir de la valeur du taux forward par l'égalité $f(t,t) = r_t$:

$$r(t) = f(0,t) + \frac{\sigma^2}{2k^2}(1 - e^{-kt})^2 + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)}\, d\tilde{W}_t$$

La discrétisation effectuée pour l'utilisation pratique du modèle est la suivante :

$$r(t+\delta) - e^{-k\delta} r(t)$$

$$= f(0,t+\delta) - e^{-k\delta} f(0,t) + \frac{\sigma^2}{2}\left(K^2(t+\delta) - e^{-k\delta}K^2(t)\right)$$

$$+ \sigma e^{-k\delta} \int_0^{t+\delta} e^{-k(t-s)}\, d\tilde{W}_t$$

Avec l'indépendance des accroissements du mouvement brownien :

$$r(t+\delta) - e^{-k\delta} r(t) = f(0,t+\delta) - e^{-k\delta} f(0,t) + \frac{\sigma^2}{2}\left(K^2(t+\delta) - e^{-k\delta}K^2(t)\right) + \sqrt{L(\delta)}\, g$$

Où g est une variable aléatoire centrée réduite.

Enfin, avec le prix du zéro coupon : $P(t,T) = e^{-\int_t^T f(t,s)\, ds}$, nous avons la relation suivante :

$$P(t,T) = \frac{P(0,T)}{P(0,t)} e^{-\frac{K^2(T-t)}{2} L(t) + K(T-t)\left(f(0,t) - r(t)\right)}$$

avec :

- $K(T-t) = \frac{1 - e^{-k(T-t)}}{k}$
- $L(t) = \int_0^t \sigma^2 e^{-2k(t-s)}\, ds = \frac{\sigma^2}{2k}\left(1 - e^{-2kt}\right)$

Paramétrage du modèle HJM:

Le modèle a été paramétré avec :

- Pour le taux instantané $r(0)$ une méthode d'interpolation par Spline cubique. On utilise 4 valeurs de taux obtenus avec les spécifications techniques du QIS5, avec la contrainte que notre courbe passe par ces quatre taux, et on résout un système de 4 polynômes du troisième degré. Les valeurs obtenues sont les suivantes :

	Scénario standard	Scénario hausse des taux	Scénario baisse des taux
ro initial	2,447%	3,402%	1,138%

Tableau 8 : r_0 du modèle HJM en fonction du scénario

- Pour estimer les valeurs de k et σ, on résout un système de deux équations à deux inconnues avec l'expression du prix des obligations zéro-coupons $P(t,T)$ en t=0. On obtient après simplification :

$$f(T) = -\frac{K^2(T)}{2}L(0) + K(T)r(0)$$

En considérant 2 dates T_1et T_2 dans la courbe des taux, nous résolvons un système de deux équations à deux inconnues et nous obtenons :

volatilité HJM	Retour à la moyenne HJM
5,33%	2,45

Tableau 9 : Paramètres volatilité et retour à la moyenne du modèle HJM

d. Modélisation des actions

La modélisation des actions est basée sur le modèle de Merton à sauts discontinus. Ce modèle est conçu comme une alternative au modèle classique de Black-Scholes.
Le modèle de Black-Scholes repose sur la résolution d'une EDS en supposant que le cours des actions suit un mouvement brownien géométrique. L'EDS d'un mouvement brownien géométrique s'écrit à tout instant t > 0 :

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \mu dt + \sigma W(t)$$

avec :

- $S(t)$: Prix du sous-jacent à un instant t,
- μ : Constante exprimant la dérive du processus,
- σ : Constante exprimant la volatilité du processus,
- $W(t)$: Processus de Wiener généralisé.

La formule d'Itō permet de formuler la valeur du prix du sous-jacent ainsi :

$$S(t) = S_0 exp\left(\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t)\right)$$

Une des hypothèses du modèle de Black-Scholes est, qu'à tout moment, les rendements du sous-jacent évoluent de manière continue. Le modèle de Merton permet l'introduction d'événements rares tels que des chocs abrupts (phénomènes de sauts) pour un sous-jacent évoluant selon un brownien géométrique.

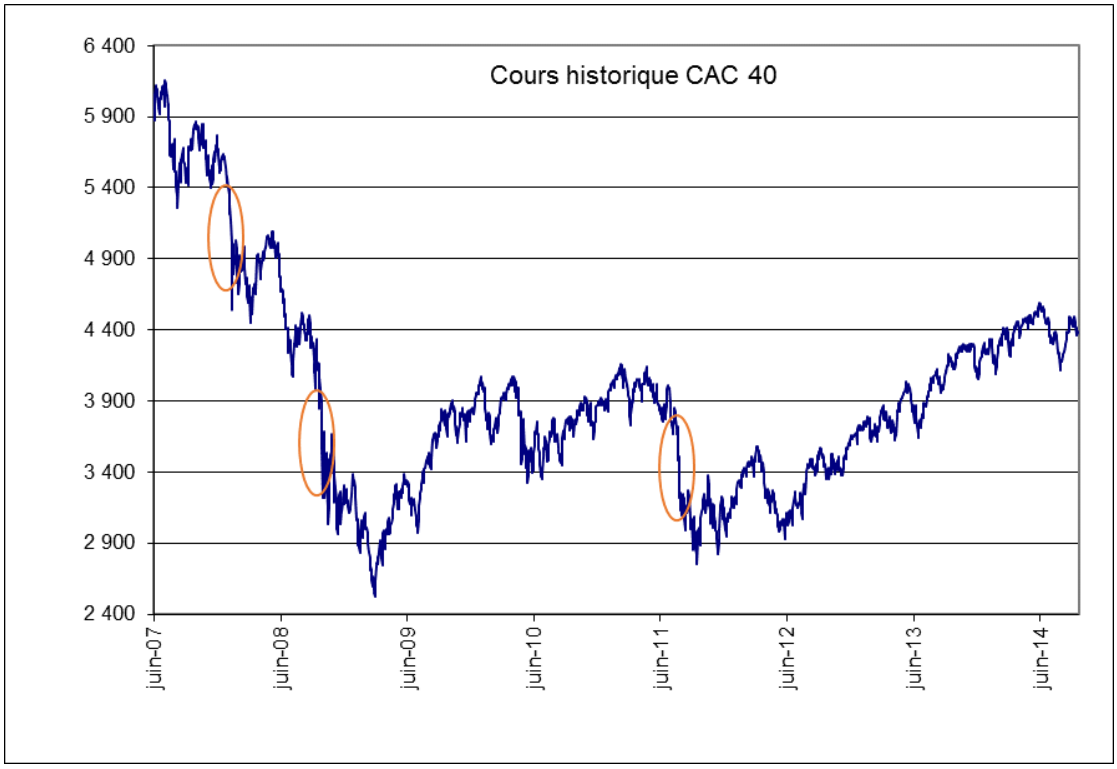


Figure 8: Graphique d'évolution du CAC 40 de juin 2007 à juin 2012 avec visualisation des sauts

Le modèle de Merton permet également d'alourdir les queues de distribution par rapport au modèle de Black & Scholes, ce qui a pour effet une sous-estimation moindre des risques dans le cadre d'application de méthode type Value-at-Risk.

Les sauts stochastiques sont modélisés à l'aide d'un processus de Poisson.
Les sauts stochastiques sont introduits dans la solution de l'EDS de Black & Scholes :

$$S(t) = S_0 exp\left(\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t) + \sum_{k=1}^{N(t)} U(k)\right)$$

avec :

- $N(t)$: processus de Poisson d'intensité λ
- $W(t)$: processus de Wiener
- $U(k)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes distribuées selon une loi normale $\mathcal{N}(0;\Omega)$. Les sauts sont donc ici symétriques et en moyenne nuls.

Les processus $W(t), U(k)$ et $N(t)$ sont indépendants et par convention $\sum_{k=1}^{N(t)} U(k) = 0$ si $N(t)$=0.

L'expression des rendements obtenue par cet EDS est la suivante :

$$R(t) = Ln\left(\frac{S(t)}{S(t-1)}\right) = \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right) + \sigma W(1) + \sum_{k=1}^{N(1)} U(k)$$

La méthode de paramétrisation retenue pour ce modèle est la méthode des moments qui repose sur l'égalisation des moments empiriques avec les moments théoriques. Les données sources utilisées sont les cours du CAC40 de juin 2007 à juin 2014 (cf. Figure 8).
Les moments d'ordre impair étant nuls (courbe symétrique), les moments d'ordre pair s'écrivent :

$$E\left[\left(R - E(R)\right)^2\right] = \frac{(2k)!}{2^k k!}\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!}\left(\sigma^2 + n\Omega^2\right)^k$$

Avec la connaissance des 4 premiers moments empiriques pairs sur notre courbe de référence (CAC 40), on résout un système de 4 équations pour obtenir les valeurs de μ, λ et Ω.

B. Modélisation du passif

Le calcul du SCR va être effectué grâce à la méthode de Monte Carlo. Afin de gagner du temps de calcul en modélisant un portefeuille le plus réaliste possible, nous avons représenté le passif par un model point de 100 contrats.

Utilisant un processus stochastique, l'utilisation d'un model point doit néanmoins être adaptée. En effet, les critères d'agrégation doivent laisser invariant le résultat du BE. Nous avons donc choisi d'agréger les assurés par âge et par sexe.

La répartition du portefeuille par âge et par sexe a été obtenue à partir de l'étude menée sur les assurés du principal produit d'épargne d'un des principaux bancassureurs français. Les assurés ont été regroupés par tranche d'âge. Néanmoins, les contrats Eurodiversifiés ne comprenant qu'une garantie à terme et les contrats de notre étude ayant une échéance à 10 ans, nous considérons que l'âge limite d'investissement sur ces contrats est de 65 ans.

Cette répartition est la suivante :

Sexe	H					
Age	15	25	35	45	55	65
Nombre (détail)	1	1	4	7	12	22
Nombre (total)	47					

Sexe	F					
Age	15	25	35	45	55	65
Nombre (détail)	1	1	3	7	10	31
Nombre (total)	53					

Tableau 10 : Tableaux de la répartition par âge et par sexe des assurés de l'étude

Ces contrats ont des caractéristiques communes :

- Ils sont exclusivement constitués d'engagements donnant lieu à constitution de PD ;
- L'investissement initial est identique pour tous les contrats : 10.000 € ;
- Ils ont tous une date terme à 10 ans.

Les contrats ont une échéance à 10 ans. La valorisation des contrats se termine donc au bout de 10 ans, à l'exception des contrats faisant l'objet d'un rachat total anticipé ou d'un sinistre. Règlementairement, l'assuré peut demander une prorogation de son contrat ; cette possibilité n'a pas été intégrée à nos scénarios. Le processus stochastique est à pas mensuel.

a. Modélisation de la mortalité

Au-delà des assurés, dont l'âge et le sexe sont modifiables, notre outil compte, au passif, les paramètres suivants :

Paramètre	Valeurs possibles	Valeurs fixes (dans le cadre de notre étude)
Type de fonds	Actuariel / Contractuel	-
Taux de chargement sur versement	0 à 100%	0%
Taux de chargement de gestion	0 à 100%	1%
VL initiale	0 à 100%	100
Taux de garantie au terme	0 à 100%	-
% PB sur la PM	0 à 100%	-
% PB sur n(PD)	0 à 100%	-
% PB sur VL	0 à 100%	-
Taux de Quote-part assureur sur PB	max. 15%	5%
Taux de rachat / ancienneté	0 à 100%	Taux de rachat (Cf. §II-1-B-c)
Taux de mortalité	0 à 100%	TH/TF 00-02

Tableau 11 : Tableau des paramètres de l'outil réalisé dans le cadre de l'étude

b. Modélisation des rachats

A l'exception des scénarios choqués « Mortalité » et « Catastrophe », les probabilités de mortalité appliquées à chaque assuré sont les taux de mortalité des tables TH00-02 et TF00-02. Comme indiqué en partie I, le scénario choqué « Mortalité » se traduit par une augmentation de 15% de l'ensemble des taux de mortalité des tables TF00-02 et TH00-02 et le scénario « Catastrophe » se traduit par une augmentation des taux des tables TF00-02 et TH00-02 de 0,15 point lors de la première année du scénario.

Pour chaque scénario traité (standard ou choqué), chaque mois, dans le cadre de la valorisation des contrats, nous déterminons si chacun des contrats subit un sinistre ou non. Pour ce faire, nous comparons la probabilité de décès de l'assuré (dépendant de son sexe, de son âge et du scénario traité) avec un nombre aléatoire issu d'une loi uniforme générée par un algorithme de **Tore mélangé (Cf. II.1.A.a)**.

L'étude menée sur le produit d'épargne nous a permis de faire ressortir une probabilité de rachat total dans la première année suivant la souscription, au cours de la deuxième année, au cours de la troisième année et ainsi de suite jusqu'à la dixième année.

Nous avons ensuite distingué deux cas de figure :

- Le cas où le contrat Eurodiversifié est en situation de plus-value ;
- Le cas où le contrat Eurodiversifié est en situation de moins-value.

En situation de plus-value

Nous avons alors considéré que le contrat Eurodiversifié suivait la même loi de cessation qu'un contrat d'épargne classique. Cette loi de cessation comprenant donc la somme des lois de cessation structurel et conjoncturel.

Années 1 à 10 : Taux de cessation Eurodiversifié = Taux de cessation épargne classique

Cette hypothèse peut se justifier par le fait qu'un contrat Eurodiversifié, même s'il présente une plus-value significative, de surcroît peu de temps avant l'échéance, ne donnera pas plus lieu à un rachat par effet d'aubaine que dans le cadre d'un contrat multisupports comportant des engagements exprimés en unités de compte et présentant cette même plus-value.

Pour rappel, le rachat structurel est lié au besoin de l'assuré de disposer de liquidités et est donc indépendant de la performance du contrat alors que le rachat conjoncturel est un rachat lié à la comparaison de la performance du contrat et des performances offertes par le marché.

Nous avons donc :

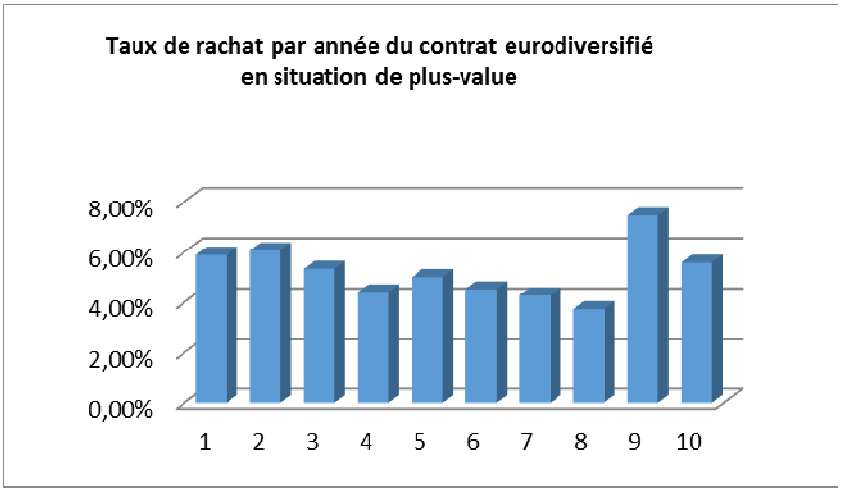


Figure 9: Taux de cessation annuel d'un contrat Eurodiversifié en situation de plus-value

Nous constatons une forte hausse du taux de cessation au cours de la neuvième année qui s'explique par une diminution du taux d'imposition des plus-values dans le cadre de l'assurance-vie après 8 ans de détention d'un contrat. Si le contrat Eurodiversifié est en plus-value, nous considérons que sa loi de cessation sera identique à celle d'un contrat d'épargne standard.

<u>En situation de moins-value</u>

En situation de moins-value, nous avons considéré que le contrat Eurodiversifié suivait la loi de cessation suivante :

Années 1 à 6 : Taux de cessation Eurodiversifié=Taux de cessation épargne classique

Années 7 à 8 : $Taux\ de\ cession\ eurodiversifié = \frac{Taux\ de\ cession\ épargne\ classique}{2}$

Années 9 à 10 : $Taux\ de\ cession\ eurodiversifié = \frac{Taux\ de\ cession\ épargne\ classique}{4}$

Ce choix – arbitraire – de réduire le taux de cessation est lié au fonctionnement du support Eurodiversifié qui offre une garantie (même partielle) à terme. En cas de moins-value à l'approche de l'échéance, l'assuré aura donc tendance à « attendre » l'échéance de sa garantie plutôt que de racheter. Nous avons donc considéré que le taux de cessation conjoncturel s'amenuisait à l'approche de l'échéance du contrat mais qu'il restait toujours un taux de rachat structurel.

Nous avons donc :

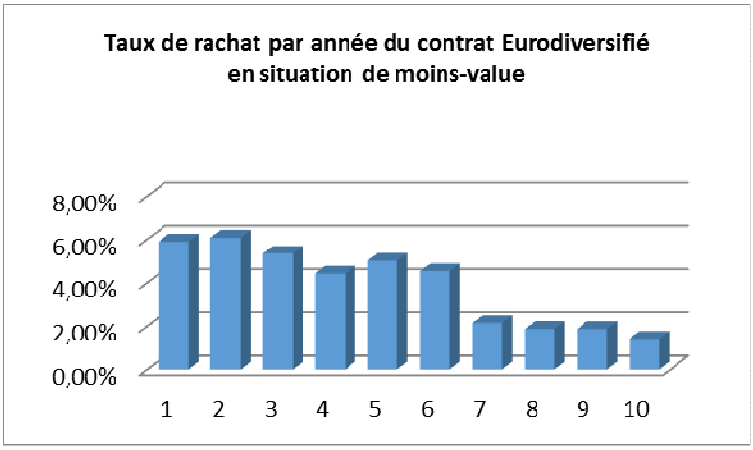


Figure 10: Taux de cessation annuel d'un contrat Eurodiversifié en situation de moins-value

Comme indiqué en partie I, le scénario choqué « Hausse taux cessation » se traduit par une augmentation de 50% de l'ensemble des taux de cessation « standard », le scénario choqué « Baisse taux cessation » se traduit par une diminution de 50% de l'ensemble des taux de cessation « standard » et le scénario choqué « Cessation de masse » se traduit par la cessation immédiate de 40% des contrats parmi les contrats les plus représentatifs du portefeuille.

c. Les Provisions Mathématiques

L'article R142-1 du Code des Assurances précise lesquelles parmi les provisions techniques, listées dans l'article R331-3 du CA, sont relatives aux contrats diversifiés.

La Provision Mathématique pour l'Eurodiversifié actuariel

Comme vu au paragraphe I-3, la PM de l'Eurodiversifié actuariel correspond à la garantie au terme actualisée. Le taux d'actualisation étant basé sur la moyenne semestrielle du TME, nous avons considéré, lors de chaque valorisation mensuelle, un taux à 10 ans obtenu via notre modélisation HJM.

$$PM(t)_i = \frac{Montant\,investi_i * \ niveau\ de\ garantie\ au\ terme_i}{\left(1 + 75\%\ HJM(t;t+10)\right)^{Min(8;DR)} * \ \left(1 + 60\%\ HJM(t;t+10)\right)^{Max(0;DR-8)}}$$

$$PM(t)_{globale} = \sum_i PM(t)_i$$

Avec DR : $durée\ résiduelle = 10 - t$ $(t\ en\ années)$

La Provision Mathématique pour l'Eurodiversifié contractuel

Dans le cadre de l'Eurodiversifié contractuel, le taux d'actualisation utilisé pour le calcul de la PM correspond à un Taux technique. Nous avons considéré un taux technique nul. Dans le cadre de notre étude, la valeur de la PM dans le cas de l'Eurodiversifié contractuel est donc constante et égale à la garantie au terme du contrat.

$$PM(t)_i = \ Montant\,investi_i * niveau\ de\ garantie\ au\ terme_i$$

$$PM(t)_{globale} = \sum_i PM(t)_i$$

La Provision de Diversification

Initialement, nous avons :

$$PD(0)_{globale} = Act(0) \ - PM(0)_{globale}$$

$$Avec\ Act(0) = Investissement\ total = 10.000 * 100 = 1.000.000\ €$$

$n(PD)(0)_i$ = $PD(0)_{globale}$ / (100 * VL(0)) avec VL(0) = 100 €

Suite à la valorisation des obligations et des actions en date t et à la prise en compte des sorties (rachats totaux et décès), nous obtenons la valorisation de l'actif Act(t) et :

$$PD(t)_{globale} = Act(t) - PM(t)_{globale}$$

$$VL(t) = \frac{PD(t)_{globale}}{n(PD)(t)_{global}}$$

La Provision pour Frais d'Acquisition Reportés

Cette provision n'est pas modélisée dans notre étude.

Provision Globale de Gestion

Cette provision n'est pas inscrite dans le compte de bilan du canton et n'est pas modélisée dans notre étude.

d. La Participation aux Bénéfices (PB)

Calcul de la PB

La PB des contrats Eurodiversifiés (à l'exception des contrats dont les engagements sont exclusivement exprimés en parts de PD) est définie au II de l'article A331-4 du Code des Assurances.
Le montant de cette PB est déterminé à partir d'un compte de participation aux résultats spécifiquement réservé aux opérations liées à la comptabilité auxiliaire du canton.
Le compte de participation aux résultats doit au moins être trimestriel. Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi de l'effectuer de façon trimestrielle.

Ce compte de participation aux résultats est calculé comme suit :

+ Le montant des primes versées et des montants transférés ;
+ Les produits nets des placements ;
+ La variation des plus ou moins-values latentes des actifs du contrat ;
+ Les éventuelles rétrocessions de commission mentionnées à l'article R. 142-10 ;
+ Les montants arbitrés entre comptabilités auxiliaires pour les contrats mentionnés au cinquième alinéa de l'article R. 142-10 ou au IV de l'article R. 142-2 ;

- Les charges des prestations versées aux adhérents et des montants transférés ;
- Les charges des provisions techniques, y compris celles résultant d'écarts actuariels des PM, avant attribution de participation aux résultats ;

- Les frais appliqués aux contrats Eurodiversifiés à l'exception des frais prélevés sur le solde du compte de participation aux résultats ;
- Le cas échéant, le solde débiteur net de déduction de l'exercice précédent ;
- Les montants arbitrés entre comptabilités auxiliaires pour les contrats mentionnés au cinquième alinéa de l'article R. 142-10 ou au IV de l'article R. 142-2.

Dans le cadre de notre étude, le compte de participation aux résultats ne comprend pas :

- De versements complémentaires ;
- De rétrocessions de commissions ;
- D'arbitrages entre comptabilités auxiliaires.

Le solde du compte de participation aux résultats se définit alors comme étant la variation de l'actif entre deux trimestres nette des frais de gestion prélevés et de la variation de la $PM_{globale}$.

Le solde créditeur de ce compte de participation aux résultats peut faire l'objet de frais jusqu'à hauteur de 15%. Le montant net de ces frais constitue la PB à partager entre les assurés. **Dans le cadre de notre étude, nous avons considéré un taux de frais sur solde de compte de participation aux résultats de 5%.**

Répartition de la PB

Le II de l'article R142-5 du Code des Assurances précise que les résultats techniques et financiers d'un contrat sont, s'ils sont positifs, répartis entre les assurés du canton :

- sous forme de revalorisation des engagements exprimés en euros (PM) ;
- par attribution de parts de PD ;
- par revalorisation des parts de PD.

Le contrat définit les modalités de répartition des résultats techniques et financiers.
Les clés de répartition que nous avons considérées dans le cadre de notre étude sont les suivantes :

- La revalorisation de la PM se fait au prorata des PM individuelles de chaque contrat encore présent au moment de la distribution de PB ;
- La revalorisation par attribution de parts de PD se fait au prorata des versements effectués par les assurés encore vivants au moment de la distribution de PB ;
- La revalorisation des parts de PD se fait au prorata des PD individuelles de chaque contrat encore présent au moment de la distribution de PB.

La revalorisation sur la PM est accompagnée de la double contrainte suivante (IV du R142-5 du Code des Assurances) :

1) $PD_{globale} \geq 1{,}5 * (Garantie\ au\ terme\ globale - PM_{globale})$

2) $PD_{globale} - PD_{garantie\ globale} \geq 10\% * PM_{globale}$

Le II de l'article R142-5 du Code des Assurances précise également que les résultats techniques et financiers d'un contrat sont, s'ils sont négatifs, répartis entre les assurés du canton par diminution de la VL des parts de PD.

Dans le cadre de notre étude, la distribution de PB suit le process suivant :

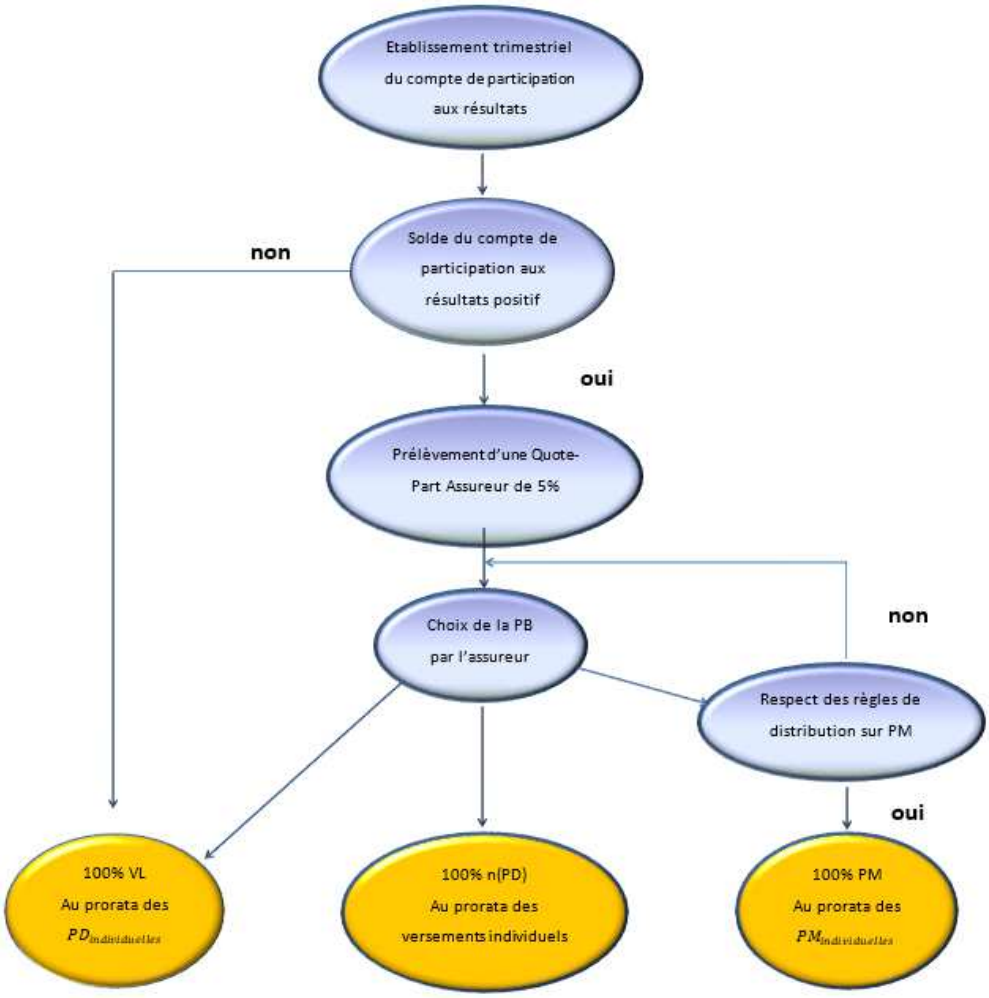


Figure 11: Procédure de distribution de PB dans l'outil de notre étude

e. Les prélèvements modélisés

Parmi les prélèvements opérables par l'assureur dans le cadre d'un contrat diversifié (Cf. § I-3-A-b-iv), nous avons considéré :

- Des frais de gestion, prélevés sur l'actif, au taux de 1%/an ;
- Un prélèvement de 5% sur le solde, lorsqu'il est positif, du compte mensuel de PB.

Frais de gestion mensuels :

$$Montant\ FG = Valeur\ actif\ fin\ de\ mois\ en\ valeur\ de\ réalisation * \frac{1\%}{12}$$

Ce montant de frais de gestion est comptabilisé en dépenses du compte de participation aux résultats mensuel afin d'en calculer le solde. Si ce solde est positif, nous considérons le prélèvement d'une quote-part assureur sur la PB.

Quote-part de PB :

$$Montant\ QP_{PB} = 5\% * Max(0\ ;solde\ du\ compte\ de\ PB)$$

Ces deux prélèvements ont un impact direct sur la VL_{PTD}.En effet, chaque mois, le recalcul de cette VL, utilisée pour les investissements et les désinvestissements est le suivant :

$$VL_{PTD} = \frac{Valeur\ de\ réalisation\ des\ actifs\ nette\ des\ FG\ et\ de\ la\ QP_{PB} - \sum_{i=1}^{N} PM_i}{\sum_{i=1}^{N} n(PD)_i}$$

C. Modélisation des interactions actif/passif

i. Définition

Pour la modélisation des interactions entre actif et passif nous avons adopté la méthode CPPI (pour *Constant Proportion Portfolio Investment*), appelée aussi méthode du « coussin ».
Cette méthode dynamique de gestion de portefeuille consiste à investir dans un portefeuille d'actifs risqué, une proportion constante de l'excès de richesse par rapport à un niveau cible (appelé « coussin »). L'autre partie est investie dans des actifs non risqués de type obligataire. Cette gestion à l'actif en parallèle d'une gestion PM/PD au passif est donc d'un grand intérêt.

ii. Construction

Il faut au préalable définir l'assurance sous-jacente à la construction du CPPI soit la garantie au terme. Dans le cadre d'un Eurodiversifié, cette garantie pourrait par exemple être 100% de l'investissement initial sur le produit. Une fois cette garantie définie, nous pouvons déterminer un **Plancher P**, qui représente la part de l'actif investi que le gérant ne peut se permettre de perdre. Le plancher se définit comme la valeur actualisée de la garantie à l'échéance. Ce plancher se rapproche de la PM en vision passif.

La **Valeur Liquidative** du fonds est représentive de l'investissement total effectué. Le **coussin c** représente la différence entre la VL et le plancher.
L'exposition du gérant des fonds au risque va être représentée par un **coefficient multiplicateur m**. La somme placée en actif risqué est déterminée en multipliant le coefficient multiplicateur et le coussin. La valeur de ce multiple est le paramètre central de la gestion CPPI.

On a donc schématiquement :

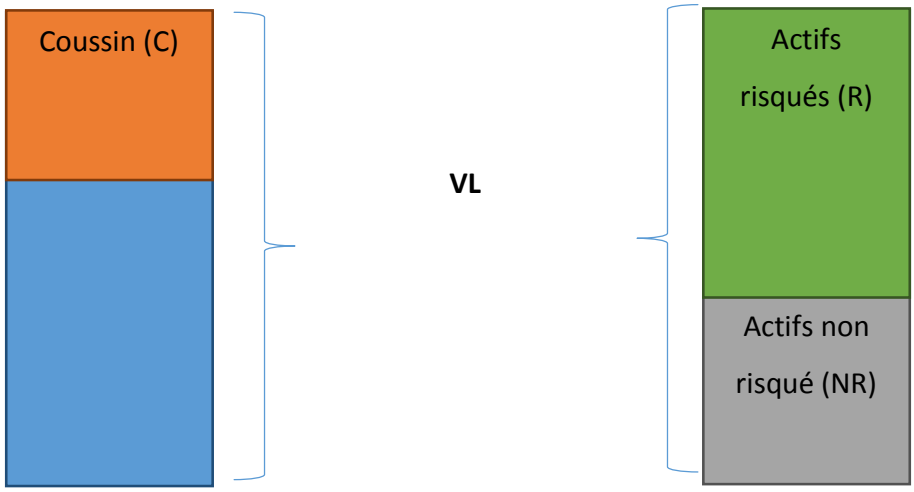


Figure 12: Représentation actif/passif dans le cadre de la méthode CPPI

iii. Dynamique

En t=0, nous connaissons la valeur du plancher en actualisant notre garantie au terme :

$$P_0 = \frac{Garantie_terme}{(1+tx)^{duree}}$$

Et, par définition, le coussin vaut en 0 :

$$C_0 = VL_0 - P_0$$

avec :

- VL_0 : le montant investi initialement.

A la date t, nous avons avec les définitions données en *ii* :

$$VL_t = R_t + NR_t$$

$$C_t = VL_t - P_t, \text{ et } C_t \geq 0$$

Et :
$$R_t = m_t \times C_t$$

Soit :
$$m_t = \frac{R_t}{C_t}$$

m_t représente le coefficient multiplicateur effectif en t. Selon les variations du marché, il s'éloigne, à la hausse ou la baisse, du coefficient multiplicateur cible m défini en paramètre.
La dynamique de gestion du portefeuille consiste donc à arbitrer actif risqué et non risqué de telle sorte que la valeur effective du coefficient multiplicateur soit de nouveau égale à sa valeur cible.

On notera que la valeur du plancher P_t est une valeur incompressible. En cas de forte diminution du marché (baisse importante deVL_t) la valeur du coussin peut être nulle. L'actif est alors investi à 100% en actifs non risqués. Si la part d'actif non risqué est insuffisante pour couvrir le plancher, un apport de fonds propre est nécessaire pour continuer à représenter les garanties du contrat.

II.2 Modélisation sous Solvabilité II

Cette partie a pour objectif de préciser le cadre de mise en œuvre du calcul des éléments Solvabilité II présentés dans le paragraphe I, notamment le capital réglementaire, en considérant les hypothèses de modélisation de l'actif et du passif énoncées dans le paragraphe II-1. Ce cadre est défini dans la cinquième étude d'impact (QIS5) et aboutit au calcul du SCR selon la formule standard.

A. Le Best Estimate

Pour rappel, le Best Estimate (BE) correspond à la meilleure estimation de la valeur actuelle des flux futurs probables relatifs au portefeuille.

Pour chaque scénario Solvabilité II traité, qu'il s'agisse du scénario central ou d'un scénario choqué, les flux considérés dans le cadre de notre étude sont les suivants :

- Les rachats totaux en cours de contrat. La probabilité de rachat en cours de contrat dépend de la situation du contrat (plus-value ou moins-value) et du scénario traité;
- Les rachats totaux au terme des 10 ans de contrat. Si l'assuré est vivant, ce rachat est un événement certain quel que soit le scénario traité ;
- Les prestations liées aux décès. La probabilité de décès dépend de l'âge et du scénario traité ;
- Les frais de l'assureur liés aux contrats.

Ces flux sont actualisés selon la courbe des taux sans risque.

a. La courbe des taux

La courbe des taux sans risque est utilisée :

- afin de définir la valeur actuelle des flux pour le calcul du BE ;
- afin de calculer la valeur actuelle des engagements au terme et donc calculer la PM.

Nous avons utilisé les courbes des taux sans risque définies par un des principaux bancassureurs français.

Trois courbes sont utilisées :

- Deux courbes utilisées dans le cadre des scénarios choqués relatifs aux taux d'intérêt, à savoir les scénarios « hausse des taux » et « baisse des taux »;
- Une courbe utilisée dans le cadre des autres scénarios.

Sur le graphe qui suit :

- La courbe centrale représente la courbe swap à laquelle on ajoute la prime de liquidité ;
- La courbe relative au scénario choqué « hausse des taux » est obtenue en appliquant le coefficient de majoration défini dans le QIS5 au taux swap puis en ajoutant la prime de liquidité ;
- La courbe relative au scénario choqué « baisse des taux » est obtenue en appliquant le coefficient de minoration défini dans le QIS5 au taux swap puis en ajoutant la prime de liquidité. Il est à noter que les chocs à la hausse et à la baisse des taux sont appliqués sur les taux de base et non pas sur la prime de liquidité.

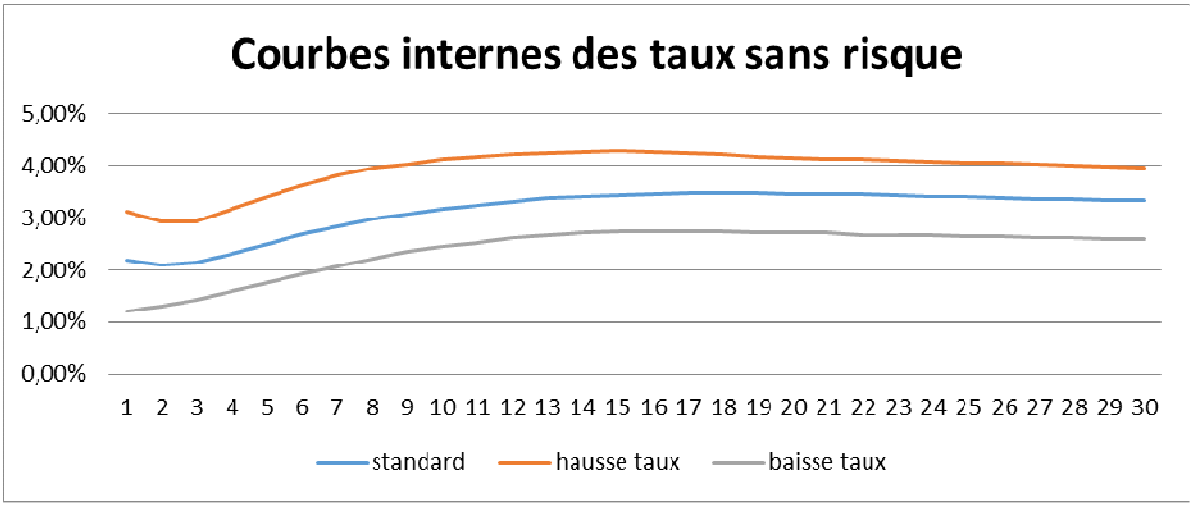


Figure 13: Courbes des taux sans risque en scénario standard et scénarios choqués impactant les taux

Échéance (en années)	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hausse des taux	70%	70%	70%	70%	64%	59%	55%	52%	49%	47%	44%	42%
Baisse des taux	-75%	-75%	-75%	-65%	-56%	-50%	-46%	-42%	-39%	-36%	-33%	-31%

Tableau 12 : Chocs appliqués sur la courbe des taux standard en fonction de la maturité

La modélisation de nos taux se fait via le modèle HJM (Cf. II-1-A-c). Nous utilisons alors la fonction TauxZC_HJM ayant notamment pour paramètre la date de calcul de ces taux ainsi que la maturité. Ces deux « dates » étant exprimées en années.

Soit ce taux :

$$TauxZC_{HJM(date\ de\ calcul\ ;\ maturité\ ;\ldots)}$$

Nous avons donc considéré :

- <u>Taux d'actualisation des flux pour le calcul du BE :</u>

$$TauxZC_{HJM\left(0\ ;\ \frac{mois}{12}\ ;\ldots\right)}$$

Nous simulons ainsi à t=0, un taux de maturité égale à la date du flux.

- <u>Taux d'actualisation des engagements au terme pour le calcul de la PM :</u>

$$TauxZC_{HJM\left(\frac{mois}{12}\ ;\ \frac{mois}{12}+10\ ;\ldots\right)}$$

Le calcul de la PM se fait par l'actualisation de la garantie au terme. Dans le cadre de ce calcul mensuel, le taux d'actualisation est calculé en référence au TME. Ainsi, nous simulons le TME, en date de calcul de la PM, via un taux de maturité 10 ans.

b. Horizon temporel des flux

Le QIS 5 définit l'horizon de projection utilisé dans le calcul du BE comme devant couvrir toute la durée de vie de toutes les entrées et sorties de trésorerie requises pour régler les engagements relatifs aux contrats d'assurance existants à la date d'évaluation. Par ailleurs, il précise également que la durée de vie de ces engagements doit reposer sur des informations crédibles, à jour et sur des hypothèses réalistes.
Le périmètre de notre étude concerne uniquement des contrats Eurodiversifiés. Ces contrats étant initialement caractérisés par une date de terme et par un niveau de garantie au terme, il est aisé pour nous de définir un horizon temporel de projection. Néanmoins, le II de l'article R142-2 du Code des Assurances précise que l'engagement de l'assureur peut être prorogé par l'adhérent selon des modalités définies au contrat. Nous avons considéré que le terme initialement défini était définitif, se traduisait par un rachat total du contrat et constituait donc l'horizon temporel de projection des flux de notre étude.

B. La méthode de Monte-Carlo

Dans le cadre de notre étude, nous appliquons la méthode de Monte-Carlo. Celle-ci s'appuie sur la loi forte des grands nombres. En effet, en multipliant le nombre de simulations, nous parvenons à simuler un processus convergeant presque sûrement vers l'espérance de la moyenne. Nous nous rapprochons ainsi au plus près du comportement réel du portefeuille. Soit :

Soit une suite $(X_n)_{n\in N}$ de n variables aléatoires indépendantes identiquement distribuées, intégrables et de moyenne $E(X)$, nous avons :

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_I \xrightarrow[n\to+\infty]{} E(X)$$

Chaque simulation repose sur la production de variables aléatoires indépendantes par le biais de modélisations qui assurent le caractère aléatoire des variables, non assuré par un algorithme informatique simple.

C. Convergence de la Net Asset Value

Afin de limiter le nombre de simulations dans le cadre de la méthode de Monte-Carlo, et donc le temps de calcul, il est nécessaire de déterminer le nombre minimum de simulations à réaliser pour avoir un résultat compris dans l'intervalle de confiance défini.
Pour ce faire, nous avons effectué 10.000 simulations du cas « standard » de notre étude, à savoir le cas du contrat Eurodiversifié offrant une garantie à terme de 100% et dont la PB est distribuée à 100% sur la VL de la part de PD. Le but étant d'obtenir une valeur cible de la moyenne de la NAV ainsi qu'un intervalle de confiance.

Pour ces 10.000 simulations, nous obtenons la valeur moyenne et l'écart-type de la NAV suivants :

$$\bar{x} = 23.144{,}78\ €$$

$$\sigma = 20.037{,}58\ €$$

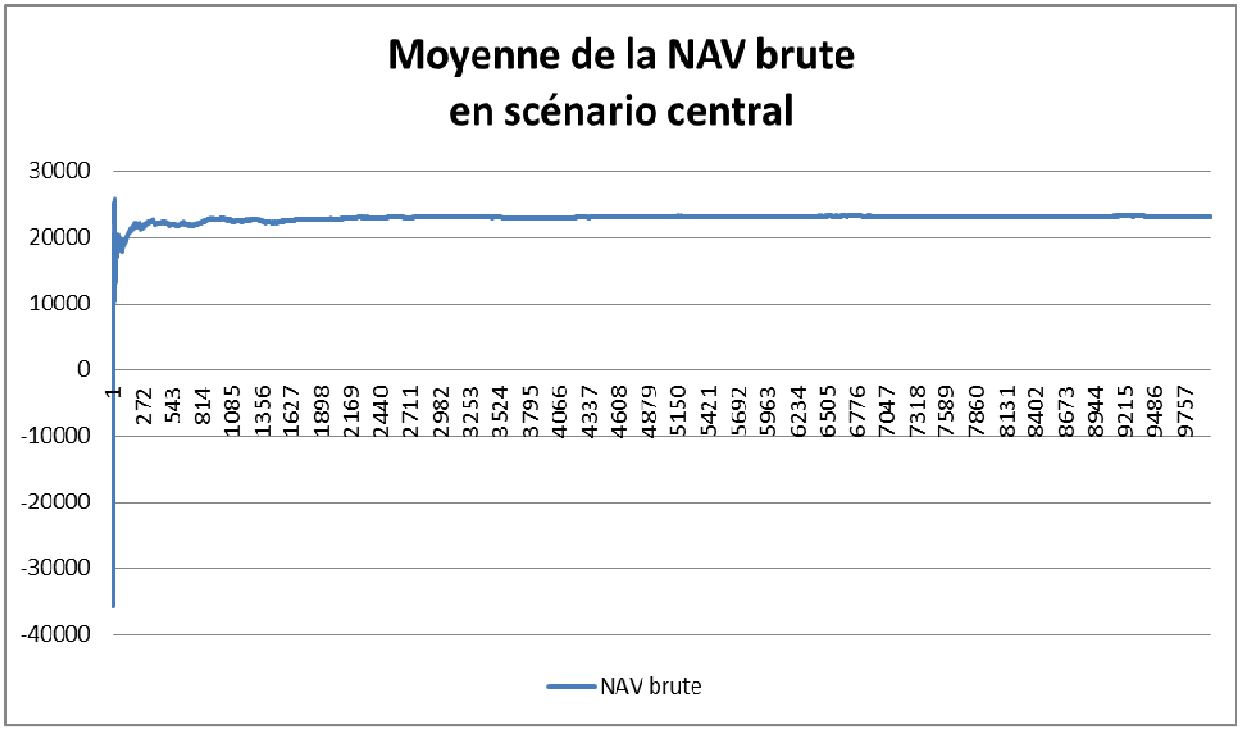


Figure 14: Moyenne de la NAV brute (=Actif – BE) en fonction du nombre de simulations

Nous allons considérer que la distribution de la NAV suit une loi normale. Nous choisissons de définir un intervalle de confiance à 2% sur ces 10.000 simulations, soit :

$$Borne\ inférieure = \bar{x} - 2{,}326 * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 22.678{,}71\ €$$

$$Borne\ supérieure = \bar{x} + 2{,}326 * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 23.610{,}85\ €$$

La moyenne de la NAV est systématiquement comprise dans l'intervalle de confiance à compter de la 2006ème simulation. Nous considérons que nos différents scénarios compteront **2000 simulations**.

D. Future Discretionary Benefits (FDB) et Best Estimate Garanti (BEG)

a. Définitions

Les Prestations Discrétionnaires Futures (ou FDB en anglais) correspondent à la part des résultats techniques et financiers inscrits au compte de l'assuré au-delà des obligations réglementaires et contractuelles de l'assureur.
La distinction des provisions servant à couvrir les engagements au titre du Taux Minimum Garanti et des Provisions pour Participation aux Bénéfices (PPB) n'est pas indiquée ci-dessous car, dans le cadre de notre étude, nous avons considéré un TMG nul et la PPB n'existe pas dans le cadre des contrats Eurodiversifiés.

Le BEG correspond à la valeur actuelle des flux garantis réglementairement et contractuellement. Les taux d'actualisation utilisés correspondent aux mêmes taux que ceux utilisés pour le BE (Cf. § II-2-A-a).

Les FDB et le BEG sont les deux composantes du BE :

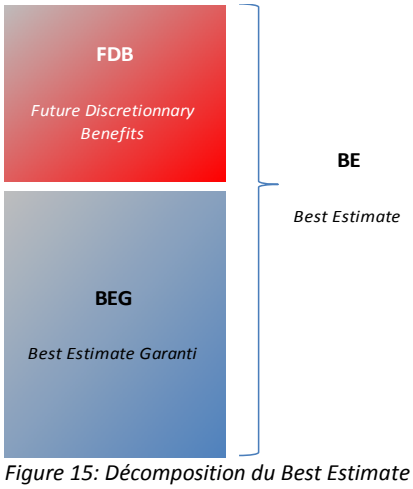


Figure 15: Décomposition du Best Estimate

Les Orientations Nationales Complémentaires rédigées par l'ACPR préconisent de calculer dans un premier temps le BE et le BEG puis, dans un second temps, d'en déduire les FDB par la relation suivante :

$$FDB = BE - BEG$$

b. Interprétations dans le cadre de notre étude

Les ONC propose une méthode simplifiée de calcul du BEG. Cette méthode, divisée en quatre étapes, se traduit par la moyenne de l'application de la chronique des sorties du portefeuille à son encours garanti actualisé selon les taux d'actualisation propres au scénario traité (standard ou choqué).

Cette méthode simplifiée met immédiatement en lumière la problématique d'un portefeuille sans garantie. L'application de la méthode des ONC à un portefeuille sans garantie se traduirait par un BEG nul et donc à des FDB égaux au BE !

Dans le cadre de notre étude, nous sommes précisément dans le cadre d'un portefeuille sans garantie durant 119 mois sur les 120 mois que dure notre projection. En effet, la seule garantie offerte par des contrats Eurodiversifiés d'une durée déterminée de 10 ans est une garantie à terme, partielle ou totale selon le choix de l'assuré à l'adhésion. Le flux de rachat total au terme des contrats devrait donc constituer donc l'unique flux utilisé dans le calcul du BEG.
Un tel calcul reviendrait à minimiser le BEG et donc maximiser les FDB.

Afin de solutionner cette problématique, nous nous sommes appuyés sur le paragraphe TP.2.89 du QIS5 indiquant que « les prestations des contrats indexés ou en unités de compte ne doivent pas être considérées comme des prestations discrétionnaires. »

Les contrats Eurodiversifiés n'offrant aucune garantie, y compris sur la PM, avant le terme, nous avons considéré :

$$Pour\ t < 10\ ans : \qquad BE_t = BEG_t$$

Soit :

$$BEG = \frac{Flux\ garanti_{120}}{(1 + r_{120})^{120/12}} + \sum_{mois=1}^{119} \frac{Flux_{mois}}{(1 + r_{mois})^{mois/12}}$$

$$BE = \sum_{mois=1}^{120} \frac{Flux_{mois}}{(1 + r_{mois})^{mois/12}}$$

$$\rightarrow \quad FDB = \frac{Flux_{120} - Flux\ garanti_{120}}{(1 + r_{120})^{120/12}}$$

E. Définition du choc action

Le choc action relatif au risque de souscription Marché décrit dans le paragraphe I-2-B-b se traduit par une dépréciation de la partie actions de l'actif à $t = 0^+$

Le choc actions préconisé est de -39% sur les actions de catégorie 1 (les plus sûres) et de -49% sur les actions de catégorie 2. Dans le cadre de notre étude, nous avons considéré que l'ensemble des actions de notre portefeuille était de catégorie 1.
En sus de ces -39%, s'applique un ajustement symétrique qui vient « corriger » le choc en fonction de la conjoncture économique.

Selon les règles indiquées dans les Implementation Measures, cet ajustement, appelé Effet Dampener, est calculé selon la relation suivante :

$$Ajustement\ symétrique = \frac{1}{2} * \left(\frac{Index\ actuel - Index\ moyen}{Index\ moyen} - 8\%\right)$$

L'index que nous avons considéré est l'index le plus large, à savoir le MSCI World Index.

Nous avons effectué le calcul de l'ajustement symétrique au 27/10/2014, date à laquelle :

- L'Index actuel vaut 1666,82 ;
- La moyenne de l'indice entre le 14/12/2009 et le 12/12/2012 est de 1454,71.

Soit un ajustement symétrique de +3,29%.

Nous avons donc appliqué un choc action de -42%.

Partie III – Résultats et interprétations

III.1 Résultats économiques

A. Analyse des résultats obtenus en termes de décès et rachat

a. Résultats théoriques

En considérant les variables suivantes :

- C_m : *le nombre de contrats en portefeuille en fin de mois m*
- q_x^m : *le taux de mortalité du mois m* à *l'âge x*
- r_m: *le taux de rachat du mois m*

Nous obtenons :

- Nombre de contrats à la fin du mois m :

$$C_m = C_0 * \prod_{i=1}^{m}\left(1 - q_x^i\right) * (1 - r_i) \qquad avec\ r_{120} = 1$$

- Nombre total de décès de t = 0 à la fin du mois m :

$$D_m = C_0 * \sum_{i=1}^{m} q_x^i \prod_{j=1}^{i}\left(1 - r_{j-1}\right) * \left(1 - q_x^{j-1}\right) \qquad avec\ r_0, q_x^0 = 0$$

- Nombre total de rachats de t = 0 à la fin du mois m :

$$R_m = C_0 * \sum_{i=1}^{m} r_i \prod_{j=1}^{i}\left(1 - r_{j-1}\right) * \left(1 - q_x^{j-1}\right) \qquad avec\ r_0, q_x^0 = 0$$

Les taux de mortalité à considérer dépendent de la structure de notre portefeuille, en termes de sexe et d'âge. Ces caractéristiques présentent néanmoins l'avantage d'être fixes.
A contrario, les taux de cessation dépendent de la situation du contrat, à savoir que le taux de cessation n'est pas forcément le même, notamment à l'approche de l'échéance de la garantie, si le contrat est en plus-value ou en moins-value.

Compte tenu de la structure de notre portefeuille, les résultats théoriques sont les suivants :

En cas de Plus-Value permanente	Nombre de décès	Nombre de rachats avant terme	Nombre de rachats au terme
	8,29	39,04	52,67

En cas de Moins-Value permanente	Nombre de décès	Nombre de rachats avant terme	Nombre de rachats au terme
	8,49	31,01	60,50

Tableau 13 : Volumétrie théorique des DC, rachats totaux avant terme et au terme en fonction de la situation du contrat

Il est à noter que les chiffres présentés en a) ne constituent en aucun cas des bornes min. et max. mais bien des moyennes dans deux situations, à savoir en cas de plus-value permanente et en cas de moins-value permanente. Les résultats observés peuvent donc être en dehors de l'intervalle.

b. Résultats observés

i. Risque neutre - scénarios à allocation d'actifs dynamique 80%/20%

Cas étudié : Risque neutre				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif dynamique 80%/20%						
Actuariel	100%VL	100%	1	8,23	38,4	53,37
Actuariel	100%VL	80%	0,56	8,21	38,2	53,59
Actuariel	100%VL	60%	0,39	8,31	38,07	53,62
Actuariel	100%PM	100%	1	8,25	38,64	53,11
Actuariel	100%PM	80%	0,56	8,3	38,6	53,1
Actuariel	100%PM	60%	0,39	8,35	38,45	53,2
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	8,34	38,5	53,16
Actuariel	100% n(PD)	80%	0,56	8,27	38,21	53,52
Actuariel	100% n(PD)	60%	0,39	8,23	38,01	53,76

Tableau 14 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs dynamique 80%/20% pour les contrats actuariels

Cas étudié : Risque neutre				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif dynamique 80%/20%						
Contractuel	100%VL	80%	1,02	8,33	37,52	54,15
Contractuel	100%VL	60%	0,51	8,34	37,76	53,9
Contractuel	100%PM	80%	1,02	8,29	38,74	52,97
Contractuel	100%PM	60%	0,51	8,21	38,29	53,5
Contractuel	100% n(PD)	80%	1,02	8,38	37,67	53,95
Contractuel	100% n(PD)	60%	0,51	8,32	37,98	53,7

Tableau 15 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs dynamique 80%/20% pour les contrats contractuels

Nous constatons que l'ensemble des scénarios à allocation d'actifs dynamique 80%/20% présente des résultats décès/rachats en cours de contrat/rachats au terme homogènes. Ces résultats se rapprochent des chiffres théoriques en situation de plus-value permanente tout en étant compris entre les situations de plus-value permanente et de moins-value permanente.

ii. Risque neutre - Scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif

Cas étudié : Risque neutre				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Actuariel	100%VL	100%	1	8,23	38,4	53,37
Actuariel	100%VL	80%	1	8,27	36,32	55,41
Actuariel	100%VL	60%	1	8,37	35,03	56,6
Actuariel	100%PM	100%	1	8,25	38,64	53,11
Actuariel	100%PM	80%	1	8,33	37,33	54,34
Actuariel	100%PM	60%	1	8,4	36,34	55,26
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	8,34	38,5	53,16
Actuariel	100% n(PD)	80%	1	8,41	36,35	55,25
Actuariel	100% n(PD)	60%	1	8,44	34,74	56,82

Tableau 16 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels

Cas étudié : Risque neutre				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Contractuel	100%VL	80%	1	8,33	37,52	54,15
Contractuel	100%VL	60%	1	8,4	35,75	55,85
Contractuel	100%PM	80%	1	8,25	38,39	53,36
Contractuel	100%PM	60%	1	8,39	36,72	54,89
Contractuel	100% n(PD)	80%	1	8,35	37,59	54,06
Contractuel	100% n(PD)	60%	1	8,31	35,8	55,89

Tableau 17 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en risque neutre et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats contractuels

Quels que soient le type de fonds et la clause de PB considérés, nous constatons que les scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif présentent une espérance de cessation au terme plus importante au fur et à mesure que la garantie de capital au terme diminue.
Ce dernier point traduit une situation de moins-value plus fréquente dans le cadre de ces contrats. En effet, la probabilité de cessation près de l'échéance est moindre en cas de moins-value. Cette moins-value plus probable est liée à la proportion plus grande d'actions, plus volatiles, à l'actif que dans le cadre des contrats à allocation d'actifs dynamique 80%/20%.
Cette proportion est par ailleurs plus importante dans le cadre des contrats Eurodiversifiés actuariels que dans le cadre des contrats Eurodiversifiés contractuels.

Proportion moyenne d'actions à l'actif sur les 10 ans du contrat actuariel avec PB : 100% VL et 60% de garantie au terme :

- Allocation initiale dynamique 80%/20% : 20,04% d'actions ;
- Allocation alignée sur le passif : 51,28% d'actions ;

iii Rendement action historique - Scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif

Cas étudié : Rendement action historique				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Actuariel	100%VL	100%	1	8,28	38,58	53,14
Actuariel	100%VL	80%	1	8,33	37,18	54,49
Actuariel	100%VL	60%	1	8,4	36,02	55,58
Actuariel	100%PM	100%	1	8,32	38,41	53,27
Actuariel	100%PM	80%	1	8,36	37,87	53,77
Actuariel	100%PM	60%	1	8,32	36,98	54,7
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	8,34	38,53	53,13
Actuariel	100% n(PD)	80%	1	8,39	37,03	54,58
Actuariel	100% n(PD)	60%	1	8,41	36,16	55,43

Tableau 18 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en rendement actions historique et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels

Cas étudié : Rendement action historique				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Contractuel	100%VL	80%	1	8,31	38,16	53,53
Contractuel	100%VL	60%	1	8,27	36,56	55,17
Contractuel	100%PM	80%	1	8,30	38,58	53,12
Contractuel	100%PM	60%	1	8,27	37,64	54,09
Contractuel	100% n(PD)	80%	1	8,28	38,07	53,65
Contractuel	100% n(PD)	60%	1	8,26	36,80	54,94

Tableau 19 : Volumétrie observée des décès, rachats totaux avant et au terme en rendement actions historique et allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats contractuels

B. Résultats observés en termes de rendement

a. Résultats observés

i. Scénarios à allocation d'actifs dynamique 80%/20%

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20%, en univers risque neutre, nous observons que le rendement annualisé des contrats augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue quel que soit le type de contrat et quelle que soit la clause de PB.
Nous constatons que les contrats affectant leur PB sur la PM offrent un meilleur rendement et, qu'à niveau de garantie au terme équivalent, les contrats actuariels offrent un meilleur rendement que les contrats contractuels.

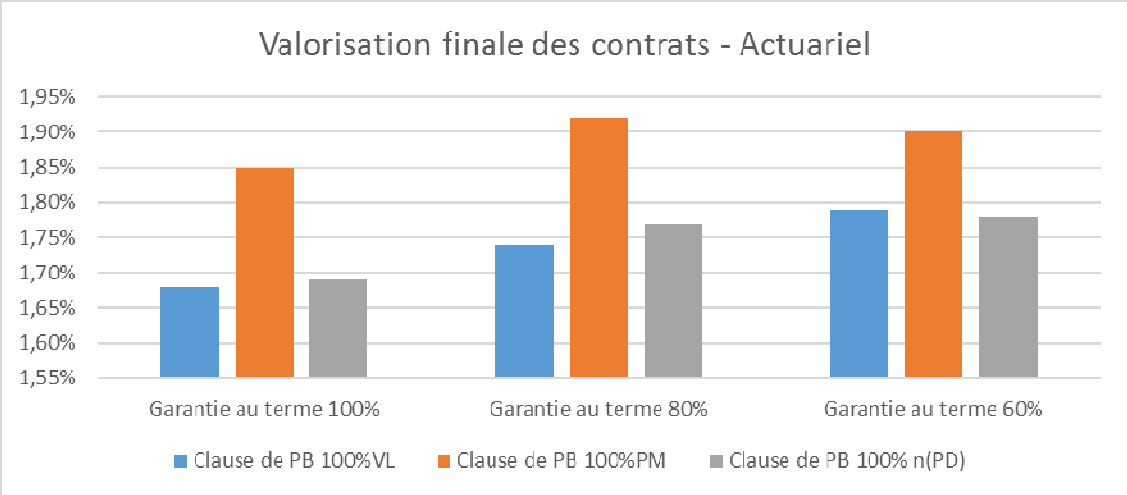


Figure 16: Valorisation finale des contrats actuariels - allocation d'actifs dynamique 80%/20%

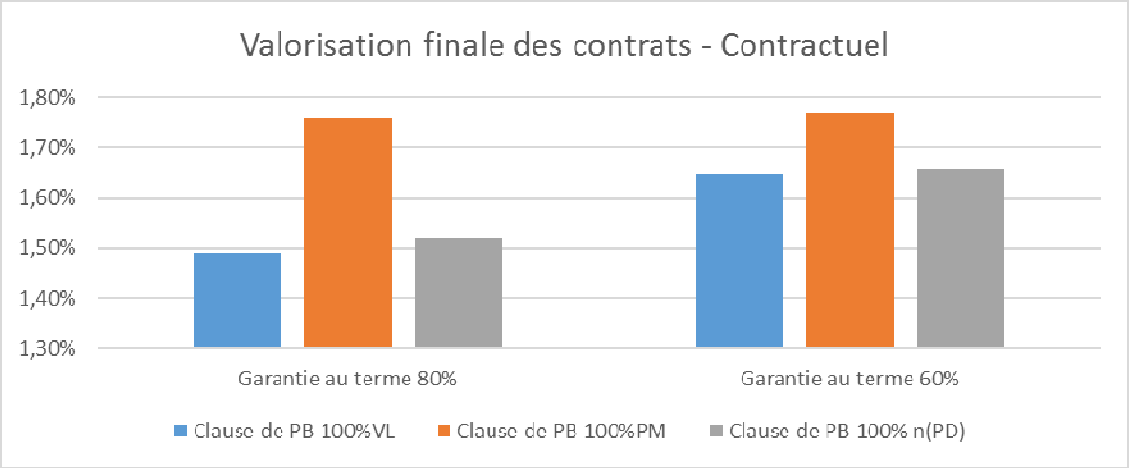


Figure 17: Valorisation finale des contrats contractuels - allocation d'actifs dynamique 80%/20%

ii. Scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, en univers risque neutre, nous observons que le rendement annualisé des contrats diminue sensiblement lorsque le niveau de garantie au terme diminue quel que soit le type de contrat et quelle que soit la clause de PB.
Nous constatons que les contrats affectant leur PB sur la PM offrent un meilleur rendement et, qu'à niveau de garantie au terme équivalent, les contrats contractuels offrent un meilleur rendement que les contrats actuariels.

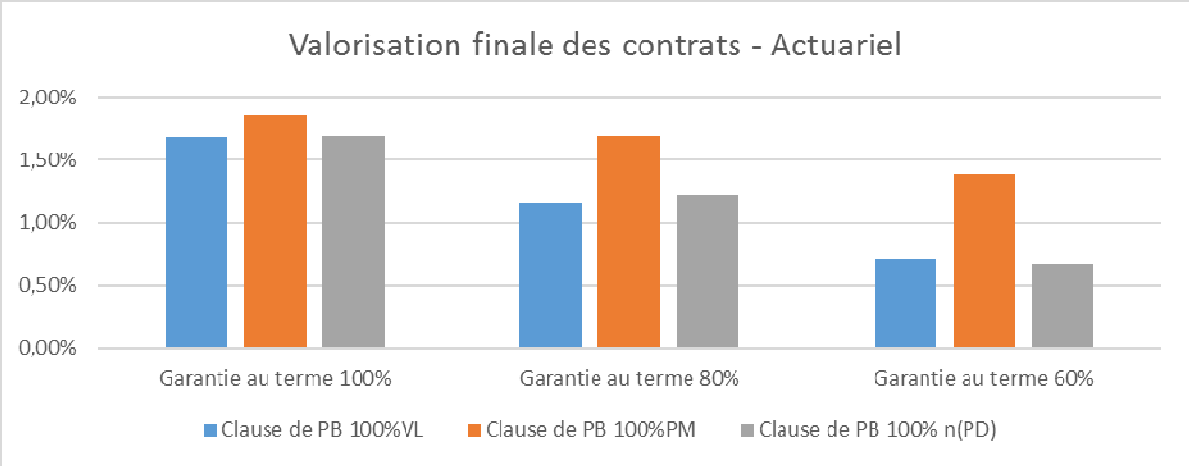


Figure 18: Valorisation finale des contrats actuariels - allocation d'actifs alignée sur le passif

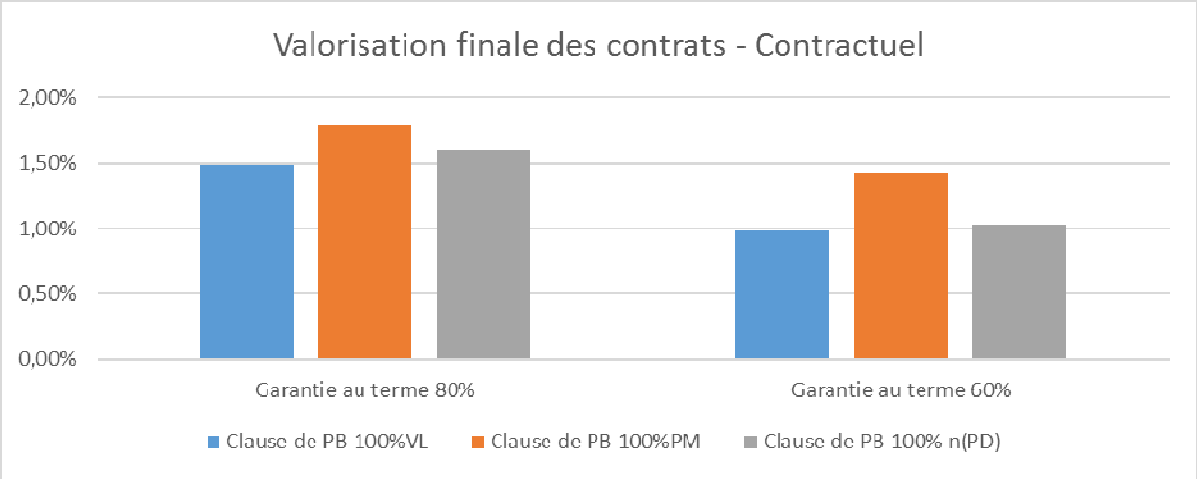


Figure 19: Valorisation finale des contrats contractuels - allocation d'actifs alignée sur le passif

En rendement risque neutre, les rendements sont faibles mais sont cohérents au regard des hypothèses considérées, à savoir :

- Une évaluation en univers risque-neutre. À savoir qu'il n'y a pas possibilité de surperformer par arbitrage. L'espérance de rendement est la même pour la partie actions de l'actif que sur sa partie obligations, à savoir environ 3,25% à 10 ans ;

- La prise annuelle de 1% de chargements de gestion, que le canton dispose de plus-value latente ou non, implique une diminution du rendement annualisé à terme de 1 point ;

- La prise trimestrielle d'une quote-part de 5% sur la PB, à savoir le solde créditeur du compte de participation aux résultats techniques et financiers, pourrait nous laisser nous attendre à une diminution du rendement dans un ordre de grandeur de 5% du rendement annualisé net de chargements de gestion, soit 5% * 2,25% = 0,1125 point. Or, le fait que cette prise de frais ait une périodicité trimestrielle induit un impact réel plus important. En effet, une année présentant une performance moindre que l'espérance de rendement, voire même une performance négative, peut compter un ou plusieurs trimestres créditeurs, donnant lieu à prise de la quote-part de 5% sur la PB. **Le rendement du canton est alors grevé de ce prélèvement**.

iii. Scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif – Rendement action historique

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, en rendement action historique, nous observons que le rendement annualisé des contrats diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue quel que soit le type de contrat et quelle que soit la clause de PB.

Nous constatons que les contrats affectant leur PB sur la PM offrent un meilleur rendement et, qu'à niveau de garantie au terme équivalent, les contrats contractuels offrent un meilleur rendement que les contrats actuariels.

En rendement action historique, les rendements sont supérieurs à ceux observés en univers risque neutre, notamment en cas de garantie au terme faible.

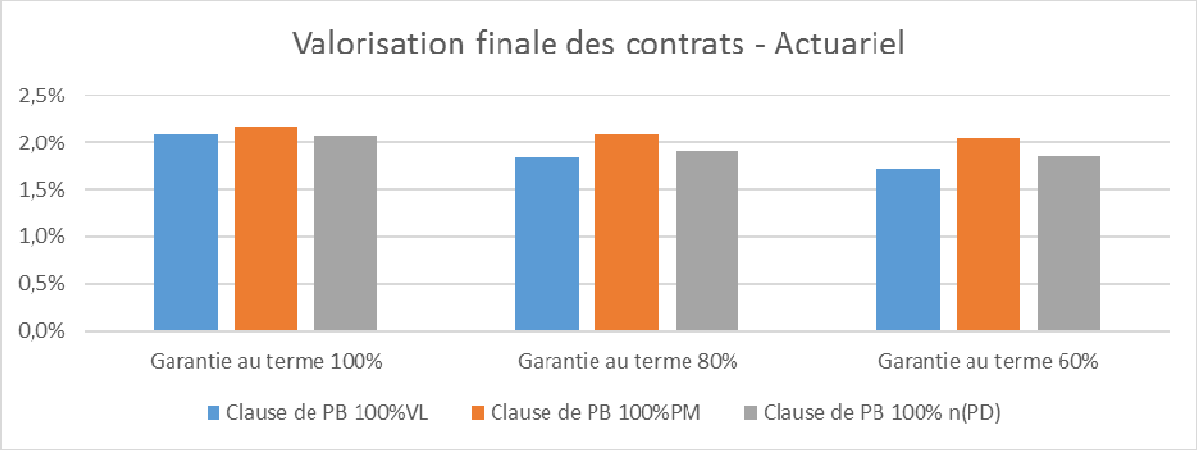


Figure 20: Valorisation finale des contrats actuariels - allocation d'actifs alignée sur le passif – rendement action historique

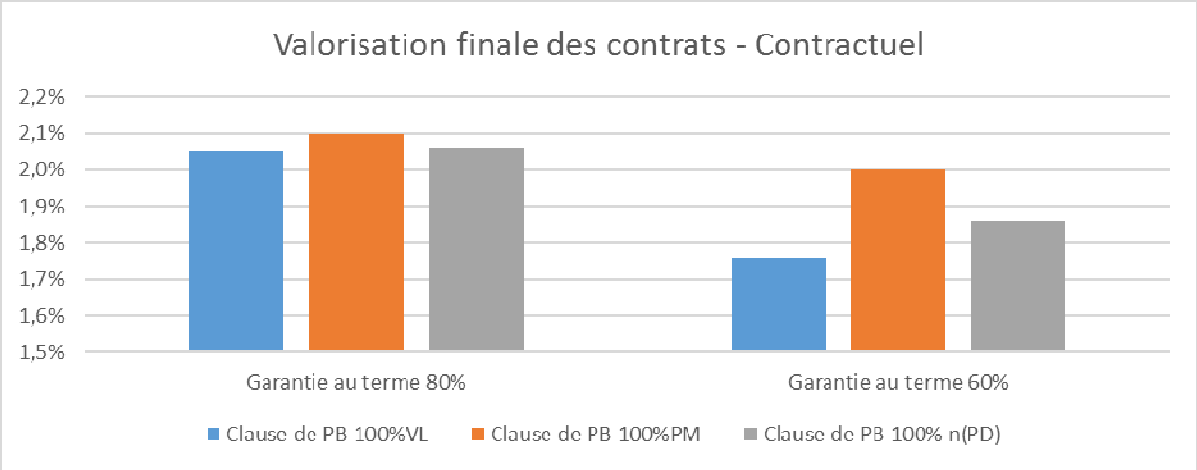


Figure 21: Valorisation finale des contrats contractuels - allocation d'actifs alignée sur le passif – rendement action historique

b. Interprétations des rendements observés

La valorisation des contrats dépend notamment de 3 éléments :

- La prise d'une quote-part de PB plus ou moins importante. Cette quote-part est prélevée à l'actif et a tendance à diminuer le rendement si elle est importante ;

- L'apport de PB qui favorise l'allocation en obligations, moins volatiles, à savoir :
  - La clause de PB affectant la PB sur la PM ;
  - Les clauses de PB affectant la PB sur la PD mais avec des coefficients CPPI m faibles ;

- Et de façon moindre, la variation actuarielle de PM qui favorise l'allocation en obligations, moins volatiles, à savoir les niveaux de garantie au terme plus élevés.

Le tableau ci-dessous présente la variation mensuelle de l'allocation en actions et en obligations en fonction de la clause de PB, du type de fonds et du signe du solde du compte de PB.

Actuariel			
Clause PB	**Variation à l'actif**	**Solde Compte de PB créditeur**	**Solde Compte de PB débiteur**
100% VL 100% n(PD)	**Variation allocation en obligations**	ΔPM + (1-m)*PB	ΔPM
	Variation allocation en actions	m*PB	PB
100% PM	**Variation allocation en obligations**	ΔPM + PB	ΔPM
	Variation allocation en actions	0	PB

Contractuel			
Clause PB	**Variation à l'actif**	**Solde Compte de PB créditeur**	**Solde Compte de PB débiteur**
100% VL 100% n(PD)	**Variation allocation en obligations**	(1-m)*PB	0
	Variation allocation en actions	m*PB	PB
100% PM	**Variation allocation en obligations**	PB	0
	Variation allocation en actions	0	PB

Tableau 20 : Variation mensuelle de l'allocation en actions et en obligations en fonction de la clause de PB, du type de fonds et du signe du solde du compte de PB

Dans le cadre des **scénarios à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre** (paragraphe III.1.B.a.i), les contrats actuariels voient leur rendement augmenter lorsque le niveau de garantie au terme diminue, notamment lorsque la PB est affectée sur la PD. Ceci s'explique par le fait que la quote-part de PB prélevée est quasi-stable car la part en actions dans l'actif est quasi-stable (c'est la part en actions qui impacte la volatilité de l'actif et la probabilité d'une PB et donc d'une quote-part de PB importante). Cette quote-part n'impacte

pas le rendement. Par contre, lorsque le niveau de garantie au terme diminue, le coefficient CPPI m diminue, favorisant l'allocation en obligations.

Lorsque la PB est affectée sur la PM, le rendement est meilleur et varie peu en fonction du niveau de garantie au terme car les obligations « reçoivent » le ΔPM ainsi que l'intégralité de la PB en cas de PB positive et ce quel que soit le coefficient CPPI m.
Les contrats contractuels présentent un rendement moindre car leur allocation en obligations n'évolue que de la PB, partiellement (PB sur PD) ou totalement (PB sur PM) mais ne bénéficie pas de la variation actuarielle de la PM.

Dans le cadre des **scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre** (paragraphe III.1.B.a.ii), les contrats actuariels voient leur rendement diminuer lorsque le niveau de garantie au terme diminue, notamment lorsque la PB est affectée sur la PD. Ceci s'explique par le fait que la quote-part de PB prélevée augmente car la part en actions dans l'actif augmente (c'est la part en actions qui impacte la volatilité de l'actif et la probabilité d'une PB et donc d'une quote-part de PB importante). Cette quote-part impacte donc fortement le rendement. Le coefficient CPPI étant égal à 1, il ne favorise ni l'allocation en obligations, ni celle en actions.

Lorsque la PB est affectée sur la PM, le rendement est meilleur et diminue légèrement lorsque le niveau de garantie au terme diminue car les obligations qui « reçoivent » le ΔPM connaissent une variation alors plus faible.
Les contrats contractuels présentent un rendement moindre car seule leur allocation en actions évolue, favorisant la prise de quote-part de PB et diminuant ainsi le rendement.

Dans le cadre des **scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique** (paragraphe III.1.B.a.iii), les observations effectuées en univers risque neutre se vérifient mais les rendements sont meilleurs du fait d'un meilleur rendement global de l'actif.

c. Illustration de la valorisation de l'actif et du passif

i Cas d'un contrat avec allocation d'actifs dynamique 80%/20%

L'utilisation du CPPI entraîne une modification de l'allocation d'actifs en fonction de la valorisation du passif via un coefficient m défini.

Les coefficients CPPI m égaux à 0,39 ou 0,56 n'ont pas vocation à optimiser un rendement financier mais permettent uniquement d'avoir une allocation d'actifs dans le cas d'un contrat diversifié à garantie au terme de respectivement de 60% ou 80% identique, à t =0, à celle d'un contrat diversifié à garantie au terme de 100%.
Comme le montrent les graphiques suivants, l'application des coefficients 0,39 et 0,56 permet d'avoir une composition stable à l'actif.

Évolution de la composition de l'actif et du passif :

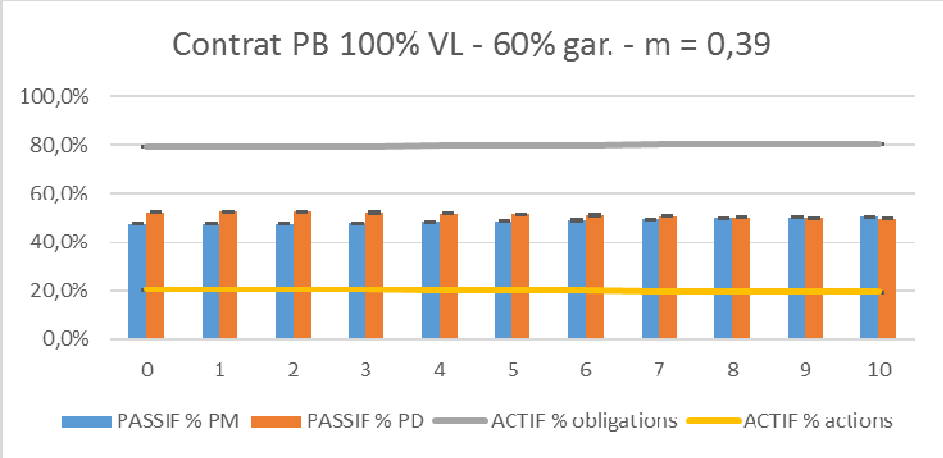


Figure 22: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 60% garantie – allocation dynamique 80%/20%

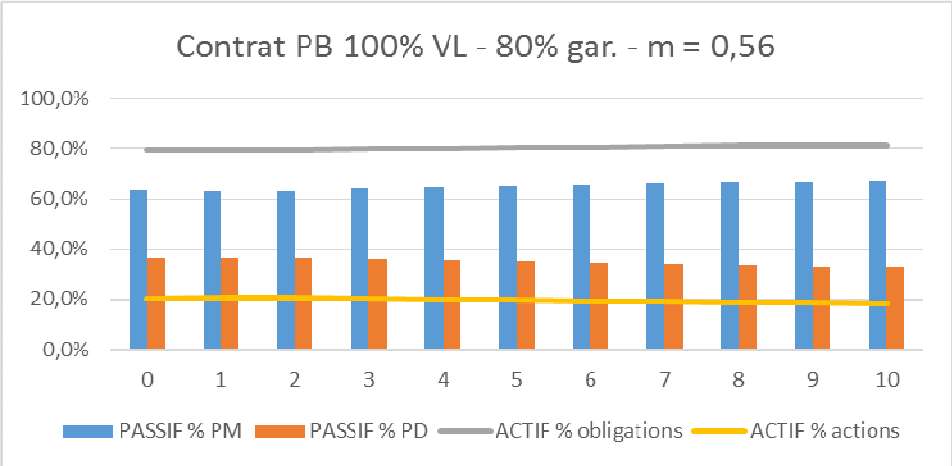


Figure 23: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 80% garantie – allocation dynamique 80%/20%

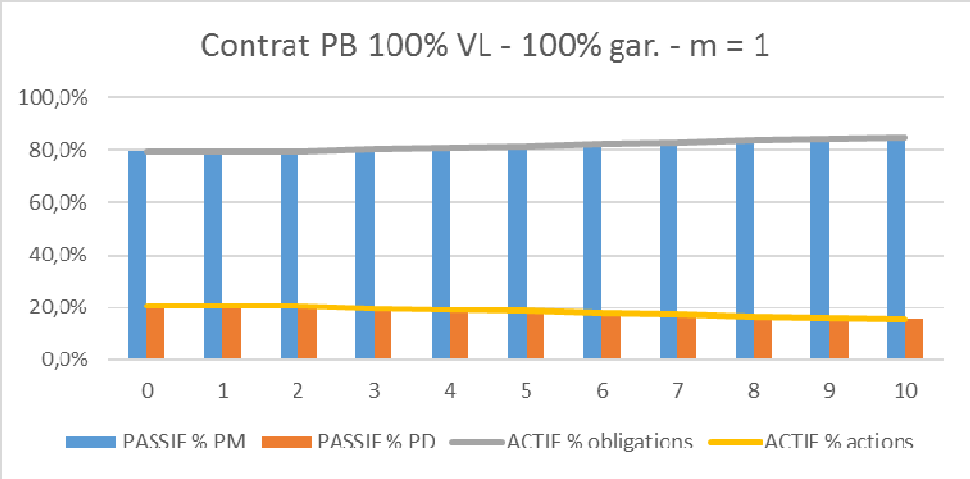


Figure 24: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 100% garantie – allocation dynamique 80%/20%

ii Cas d'un contrat avec allocation d'actifs alignée sur le passif

L'utilisation du CPPI entraîne une modification de l'allocation d'actifs en fonction de la valorisation du passif via un coefficient m défini. L'alignement de l'actif sur le passif se fait via un coefficient m égal à 1. Ainsi, l'allocation en obligations sera alignée sur la part de PM de l'Eurodiversifié alors que l'allocation en actions sera alignée sur la part de PD.

Le seul paramètre modifié par rapport au cas illustré au i est le coefficient m utilisé pour l'allocation d'actifs.

<u>Évolution de la composition de l'actif et du passif :</u>

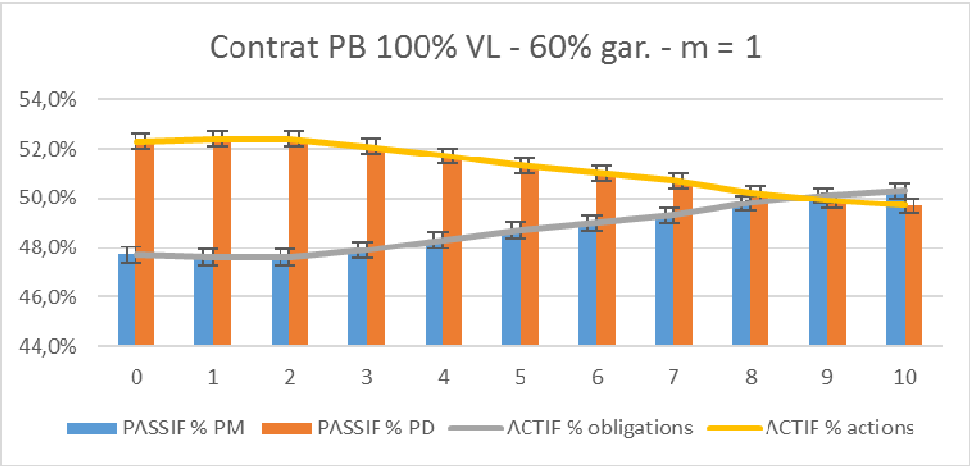


Figure 25: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 60% garantie – actif aligné sur le passif

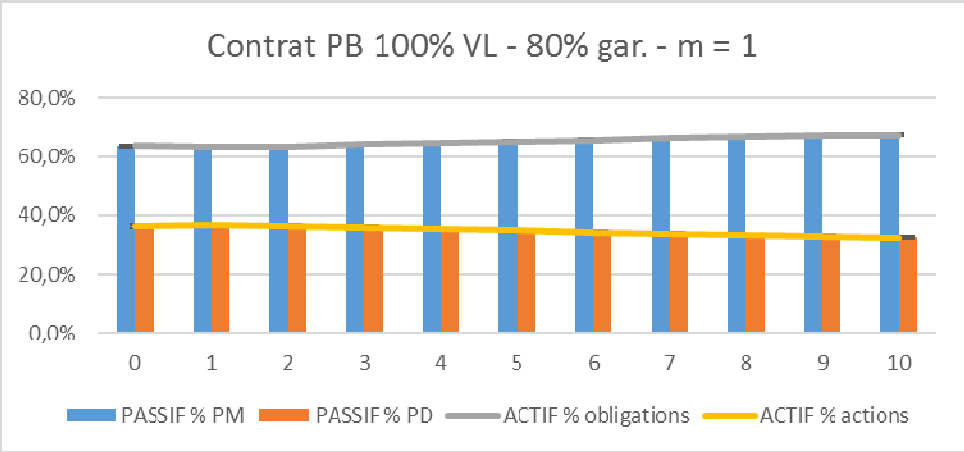


Figure 26: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 80% garantie – actif aligné sur le passif

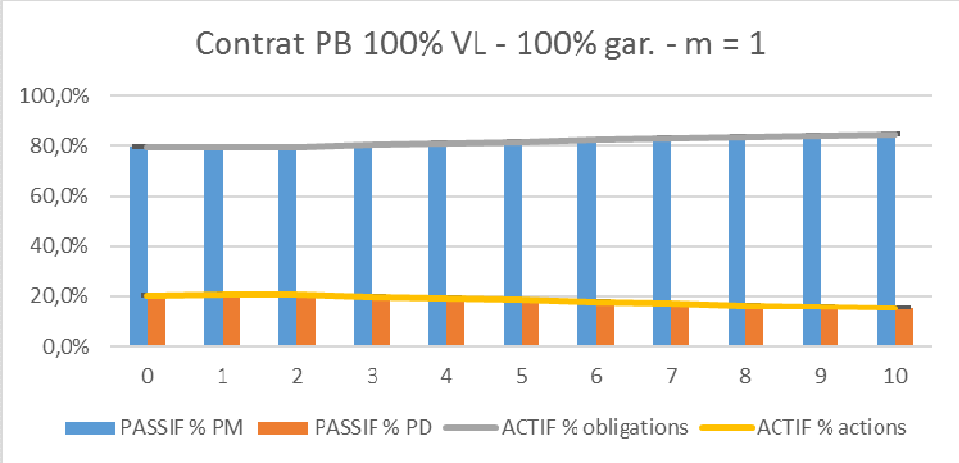


Figure 27: Évolution de la composition de l'actif et du passif – contrats actuariels à PB 100%VL – 100% garantie – actif aligné sur le passif

C. Apports de fonds propres en cas de sous-couverture

a. Cas de sous-couverture

Pour rappel, l'apport de fonds propres est nécessaire lorsque la valorisation en valeur de réalisation de l'actif du canton est inférieure à la somme de la $PM_{globale}$ et du produit du nombre global de parts de PD par la VL_{min} de la PD (5 € dans le cadre de notre étude).

b. Apport de fonds propres dans le cadre de notre étude

i Risque neutre - Cas d'un contrat avec allocation d'actifs dynamique 80%/20%

Cas étudié : Risque neutre				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	Fonds propres apportés	délai avant 1er apport sur 2000 scén.
Allocation à l'actif dynamique 80%/20%					
Actuariel	100%VL	100%	1	6,45	6,33 ans
Actuariel	100%VL	80%	0,56	0	0
Actuariel	100%VL	60%	0,39	0	0
Actuariel	100%PM	100%	1	0,86	7,58 ans
Actuariel	100%PM	80%	0,56	0	0
Actuariel	100%PM	60%	0,39	0	0
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	43,28	5,83 ans
Actuariel	100% n(PD)	80%	0,56	0	0
Actuariel	100% n(PD)	60%	0,39	0	0

Tableau 21 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation dynamique 80%/20% et des contrats actuariels

Cas étudié : Risque neutre				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	Fonds propres apportés	délai avant 1er apport sur 2000 scén.
Allocation à l'actif dynamique 80%/20%					
Contractuel	100%VL	80%	1,02	0	0
Contractuel	100%VL	60%	0,51	0	0
Contractuel	100%PM	80%	1,02	0	0
Contractuel	100%PM	60%	0,51	0	0
Contractuel	100% n(PD)	80%	1,02	0	0
Contractuel	100% n(PD)	60%	0,51	0	0

Tableau 22 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation dynamique 80%/20% et des contrats contractuels

Dans le cas de scénarios à allocation d'actifs dynamique 80%/20%, seuls les scénarios à 100% de garantie à terme nécessitent un apport très limité en fonds propres. Cette situation s'explique par le fait que le montant de PD étant plus faible dans le cas d'une garantie à terme à 100%, une variation sensible de la valorisation de l'actif peut avoir pour effet de réduire à néant la PD et donc nécessiter un apport de fonds propres du fait de l'atteinte de la VL_{min} de la PD.

L'apport le plus important et le plus précoce est constaté dans le cas de la clause de PB affectant la PB en nombre de parts de PD. En effet, l'augmentation du nombre de parts fait mécaniquement diminuer la VL de la part de PD et rend plus probable l'atteinte de la VL_{min}.

Le fait que cet apport de fonds propres soit limité s'explique par le fait que le CPPI implique une réallocation mensuelle. Ainsi, une diminution de la PD en cours de scénario implique une

diminution de l'allocation en actions et, du fait de la moindre volatilité des obligations, une probabilité faible de défaut de l'actif.
Une allocation d'actifs fixe 80% obligations / 20% actions, avec réallocation mensuelle mais indépendante de la variation des provisions au passif impliquerait un apport de fonds propres plus important. En effet, une augmentation de PM couplée à une baisse de la valorisation des actions n'impliquant pas une réallocation obligations/actions liée au passif, la probabilité d'une sous-couverture augmente comme le montre le tableau ci-dessous.

Cas étudié : Risque neutre				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	Fonds propres apportés	délai avant 1er apport sur 2000 scén.
Allocation fixe 80%/20%					
Actuariel	100%VL	100%	s.o	3092,83	2,17 ans
Actuariel	100%PM	100%	s.o	6039,39	2 ans
Actuariel	100% n(PD)	100%	s.o	6928,48	2,33 ans

Tableau 23 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation fixe 80%/20% et des contrats actuariels

ii Risque neutre - Cas d'un contrat avec allocation d'actifs alignée sur le passif

Cas étudié : Risque neutre				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	Fonds propres apportés	délai avant 1er apport sur 2000 scén.
Allocation à l'actif alignée sur le passif					
Actuariel	100%VL	100%	1	6,45	6,33 ans
Actuariel	100%VL	80%	1	0	0
Actuariel	100%VL	60%	1	0	0
Actuariel	100%PM	100%	1	0,86	7,58 ans
Actuariel	100%PM	80%	1	0	0
Actuariel	100%PM	60%	1	0	0
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	43,28	5,83 ans
Actuariel	100% n(PD)	80%	1	0	0
Actuariel	100% n(PD)	60%	1	0	0

Tableau 24 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation alignée sur le passif et des contrats actuariels

Cas étudié : Risque neutre				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	Fonds propres apportés	délai avant 1er apport sur 2000 scén.
Allocation à l'actif alignée sur le passif					
Contractuel	100%VL	80%	1	0	0
Contractuel	100%VL	60%	1	0	0
Contractuel	100%PM	80%	1	0	0
Contractuel	100%PM	60%	1	0	0
Contractuel	100% n(PD)	80%	1	0	0
Contractuel	100% n(PD)	60%	1	0	0

Tableau 25 : Apport de fonds propres en univers risque neutre pour une allocation alignée sur le passif et des contrats contractuels

Dans le cas de scénarios à allocation d'actifs alignée sur le passif, seuls les scénarios à 100% de garantie à terme nécessitent un apport très limité en fonds propres. Ils sont identiques aux scénarios à allocation d'actifs dynamique 80%/20%.

Les cas de scénarios présentant une garantie à terme de 80% et 60% ne nécessitent pas d'apport de fonds propres. Ils n'en nécessitent pas dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% mais auraient pu en nécessiter dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif car, disposant d'une allocation en actif risqué plus importante, leur actif est globalement plus volatile.

iii Rendement action historique - Cas d'un contrat avec allocation d'actifs alignée sur le passif

Cas étudié : Rendement action historique				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**Fonds propres apportés**	**délai avant 1er apport sur 2000 scén.**
Allocation à l'actif alignée sur le passif					
Actuariel	100%VL	100%	1	1,84	7 ans
Actuariel	100%VL	80%	1	0	0
Actuariel	100%VL	60%	1	0	0
Actuariel	100%PM	100%	1	0	0
Actuariel	100%PM	80%	1	0	0
Actuariel	100%PM	60%	1	0	0
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	14,48	7,25 ans
Actuariel	100% n(PD)	80%	1	0,03	9,75 ans
Actuariel	100% n(PD)	60%	1	0	0

Tableau 26 : Apport de fonds propres en rendement action historique pour une allocation alignée sur le passif et des contrats actuariels

Cas étudié : Rendement action historique				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**Fonds propres apportés**	**délai avant 1er apport sur 2000 scén.**
Allocation à l'actif alignée sur le passif					
Contractuel	100%VL	80%	1	0	0
Contractuel	100%VL	60%	1	0	0
Contractuel	100%PM	80%	1	0	0
Contractuel	100%PM	60%	1	0	0
Contractuel	100% n(PD)	80%	1	0	0
Contractuel	100% n(PD)	60%	1	0	0

Tableau 27 : Apport de fonds propres en rendement action historique pour une allocation alignée sur le passif et des contrats contractuels

Dans le cadre d'un rendement action basé sur un rendement historique, plus élevé que le rendement en univers risque neutre, nous constatons que les résultats observés en termes d'apport de fonds propres concernent les mêmes cas de figure, à savoir les garanties à 100%

affectant la PB sur la VL de la part de PD ou en nombre de parts de PD. L'apport en fonds propres est néanmoins plus faible, ce qui s'explique par un rendement de l'actif risqué plus élevé qu'en univers risque neutre ce qui se traduit par un rendement global de l'actif plus élevé et donc une probabilité d'avoir une VL de part de PD inférieure à la VL_{min} plus faible.

D. Prélèvements de l'assureur

a. Chargements de gestion

i Risque neutre - Cas d'un contrat avec allocation d'actifs dynamique 80%/20%

Frais de gestion - Actuariel - RN Allocation d'actifs identique à t=0		
Clause PB	**Garantie au terme**	**Frais de gestion**
100% VL	100% gar.	79611
100% VL	80% gar.	79816
100% VL	60% gar.	80035
100% PM	100% gar.	79929
100% PM	80% gar.	80239
100% PM	60% gar.	80165
100% n(PD)	100% gar.	79586
100% n(PD)	80% gar.	80083
100% n(PD)	60% gar.	79979

Frais de gestion - Contractuel - RN Allocation d'actifs identique à t=0		
Clause PB	**Garantie au terme**	**Frais de gestion**
100% VL	80% gar.	79481
100% VL	60% gar.	79567
100% PM	80% gar.	79603
100% PM	60% gar.	79830
100% n(PD)	80% gar.	79549
100% n(PD)	60% gar.	79689

Tableau 28 : Cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en univers risque neutre, pour une allocation d'actifs dynamique 80%/20% pour les contrats actuariels et contractuels

Par définition, le montant des frais de gestion est étroitement lié aux performances du contrat Eurodiversifié en termes de rendement. Comme le montrent les deux graphiques suivants, plus le rendement est important plus le montant des frais de gestion est élevé :

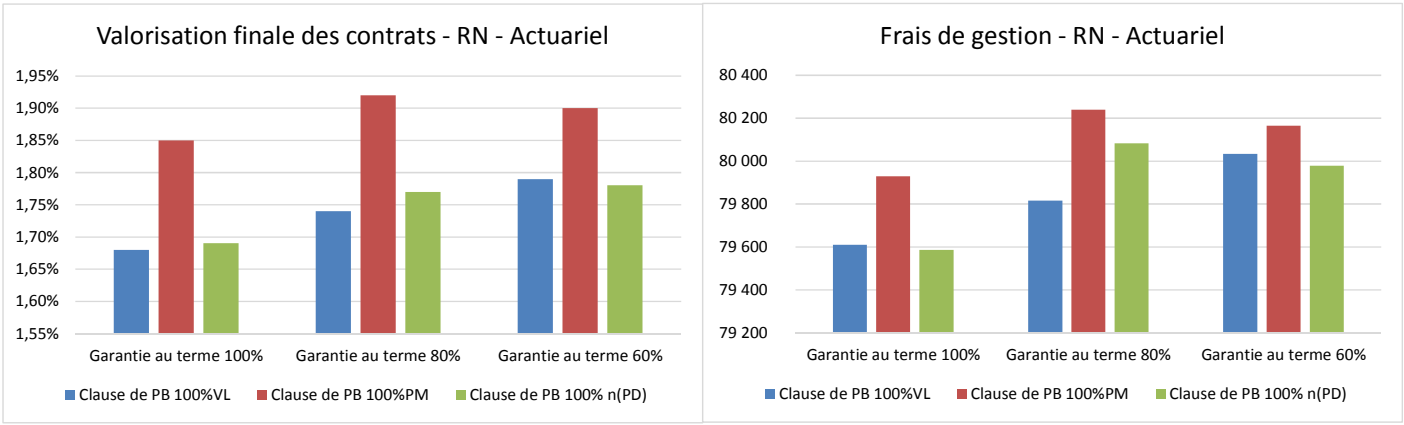


Figure 28: Chargement de gestion et valorisation des contrats actuariels

ii Risque neutre - Cas d'un contrat avec allocation d'actifs alignée sur le passif

Frais de gestion - Actuariel - RN Allocation d'actifs alignée au passif		
Clause PB	**Garantie au terme**	**Frais de gestion**
100% VL	100% gar.	79611
100% VL	80% gar.	78655
100% VL	60% gar.	77462
100% PM	100% gar.	79929
100% PM	80% gar.	79921
100% PM	60% gar.	78772
100% n(PD)	100% gar.	79586
100% n(PD)	80% gar.	78970
100% n(PD)	60% gar.	77986

Frais de gestion - Contractuel - RN Allocation d'actifs alignée au passif		
Clause PB	**Garantie au terme**	**Frais de gestion**
100% VL	80% gar.	79462
100% VL	60% gar.	78046
100% PM	80% gar.	79946
100% PM	60% gar.	78791
100% n(PD)	80% gar.	79767
100% n(PD)	60% gar.	78325

Tableau 29 : Cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en univers risque neutre, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels et contractuels

iii Rendement action historique - Cas d'un contrat avec allocation d'actifs alignée sur le passif

Frais de gestion - Actuariel - Rend. Réel Allocation d'actifs alignée au passif		
Clause PB	**Garantie au terme**	**Frais de gestion**
100% VL	100% gar.	81330
100% VL	80% gar.	80827
100% VL	60% gar.	81283
100% PM	100% gar.	81507
100% PM	80% gar.	81288
100% PM	60% gar.	81558
100% n(PD)	100% gar.	81080
100% n(PD)	80% gar.	81473
100% n(PD)	60% gar.	81959

Frais de gestion - Contractuel - Rend. réel Allocation d'actifs alignée au passif		
Clause PB	**Garantie au terme**	**Frais de gestion**
100% VL	80% gar.	81128
100% VL	60% gar.	81070
100% PM	80% gar.	80972
100% PM	60% gar.	81173
100% n(PD)	80% gar.	81419
100% n(PD)	60% gar.	81513

Tableau 30 : Cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif pour les contrats actuariels et contractuels

b. Quote-part assureur sur la Participation aux Bénéfices

Le montant prélevé par l'assureur sous forme de quote-part de PB est fortement dépendant de la proportion d'actif investie sur l'actif risqué, actif générant des rendements supérieurs. La distribution de la PB sur la PM va sécuriser une partie de l'épargne sur la part d'actif non risqué ce qui a pour effet de diminuer légèrement la quote-part de PB prélevée au fil du temps par rapport aux autres modes de distribution :

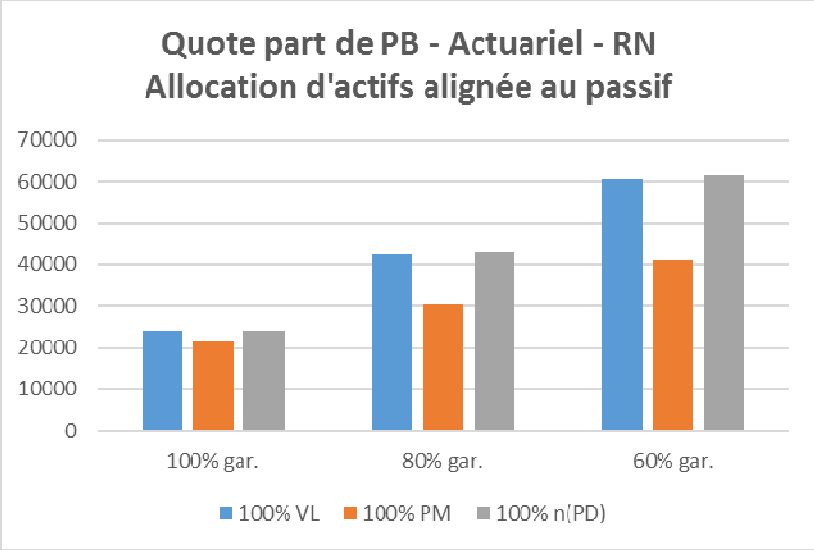


Figure 29: Quote-part de PB - Actuariel – RN - Allocation d'actifs alignée au passif

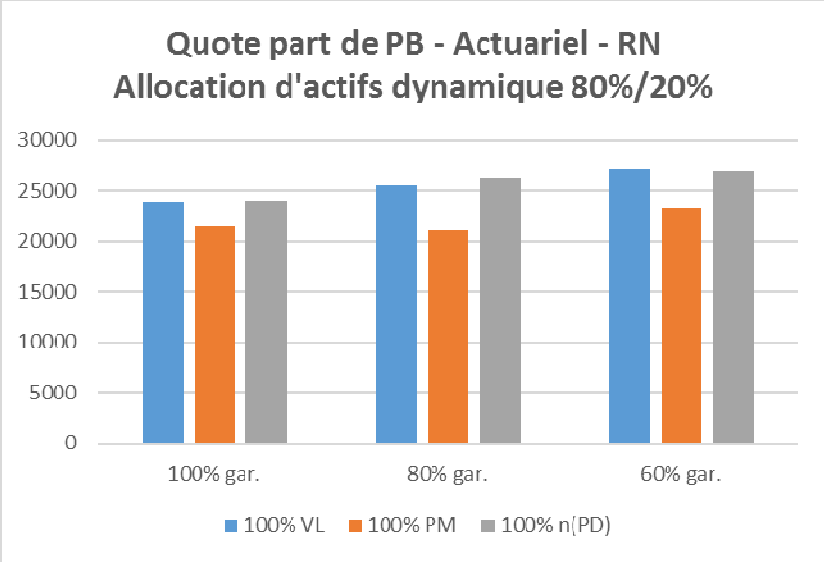


Figure 30: Quote-part de PB - Actuariel – RN - Allocation d'actifs dynamique 80%/20%

III.2 Résultats Solvabilité II

Le paragraphe A ci-après présente de façon synthétique les résultats en termes de SCR, $SCR_{auto-financé}$ et $SCR_{actionnaire}$ pour les différents cas de figure étudiés. Le paragraphe B présente les SCR de chaque sous-module et des modules Marché et Vie et permet donc d'apporter une justification quant aux résultats observés en A.

A. Impact du niveau de garantie et de la clause de PB sur le SCR

a. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds actuariel

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% et de types de fonds actuariels, nous constatons que le SCR diminue lorsque le niveau de garantie diminue. Les clauses de PB affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD, présentent des SCR proches et plus élevés qu'un contrat affectant la PB sur la PM.

Cas étudié : Risque Neutre				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	SCRfinal	SCRauto	SCRactionnaire
Allocation à l'actif dynamique 80%/20%						
Actuariel	100%VL	100%	1	**2,9%**	4,6%	-1,7%
Actuariel	100%VL	80%	0,56	**2,4%**	4,4%	-2,0%
Actuariel	100%VL	60%	0,39	**2,0%**	4,2%	-2,2%
Actuariel	100%PM	100%	1	**2,2%**	4,1%	-1,9%
Actuariel	100%PM	80%	0,56	**1,9%**	3,8%	-1,9%
Actuariel	100%PM	60%	0,39	**1,6%**	4,0%	-2,4%
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	**2,8%**	4,6%	-1,8%
Actuariel	100% n(PD)	80%	0,56	**2,3%**	4,3%	-2,0%
Actuariel	100% n(PD)	60%	0,39	**2,2%**	4,2%	-2,1%

Tableau 31 : SCR, SCR auto-financés et SCR actionnaire pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre.

Les $SCR_{auto-financés}$ (égaux à la NAV nette d'impôt) diminuent également lorsque les garanties au terme diminuent. Cette diminution étant néanmoins moins prononcée que celle des SCR, les $SCR_{actionnaire}$, c'est-à-dire les besoins en marge de solvabilité nets des marges futures, diminuent également parallèlement à la garantie au terme.
Les $SCR_{actionnaire}$ sont d'autant plus faibles dans le cadre de notre étude que nous ne nous sommes pas positionnés dans un contexte d'entreprise, ne tenant ainsi pas compte d'éventuelles commissions ou des frais généraux venant diminuer les marges futures.

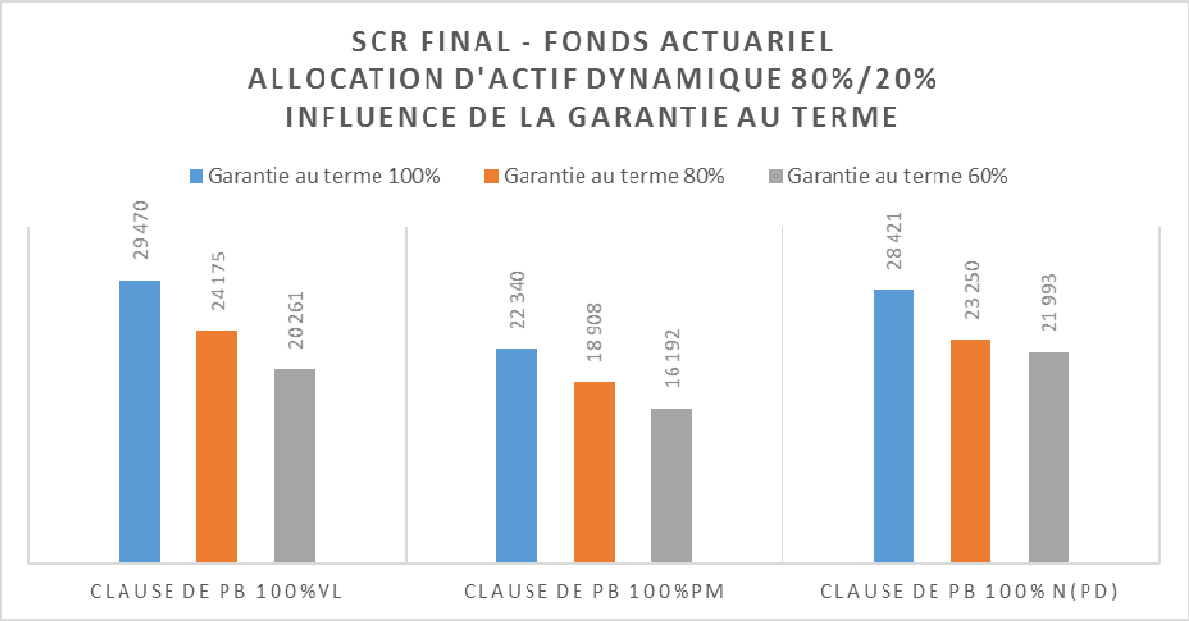


Figure 31: SCR final – fonds actuariel - allocation d'actif dynamique 80%/20% - Influence de la garantie au terme

b. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds contractuel

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% et de types de fonds contractuels, nous constatons, comme pour les fonds actuariels, que le SCR diminue lorsque le niveau de garantie diminue.

Les contrats ayant leur clause de PB affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD, présentent des SCR proches et plus élevés que les contrats affectant la PB sur la PM. Par ailleurs, ces derniers présentent des SCR ayant une sensibilité moindre au niveau de garantie.

Cas étudié : Risque Neutre				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**SCRfinal**	**SCRauto**	**SCRactionnaire**
Allocation actifs dynamique 80%/20%						
Contractuel	100%VL	80%	1,02	**2,7%**	5,3%	-2,6%
Contractuel	100%VL	60%	0,51	**2,3%**	4,8%	-2,5%
Contractuel	100%PM	80%	1,02	**2,3%**	4,4%	-2,1%
Contractuel	100%PM	60%	0,51	**2,2%**	4,4%	-2,2%
Contractuel	100% n(PD)	80%	1,02	**2,6%**	5,1%	-2,5%
Contractuel	100% n(PD)	60%	0,51	**2,1%**	4,7%	-2,4%

Tableau 32 : SCR, SCR auto-financés et SCR actionnaire pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre.

Comme pour les contrats actuariels, Les $SCR_{auto-financés}$ des contrats contractuels diminuent lorsque les garanties au terme diminuent. Cette diminution étant similaire à celle du SCR, les $SCR_{actionnaire}$ sont quasi-stables, augmentant légèrement pour les contrats affectant la PB sur la PD et diminuant pour ceux affectant la PB sur la PM.

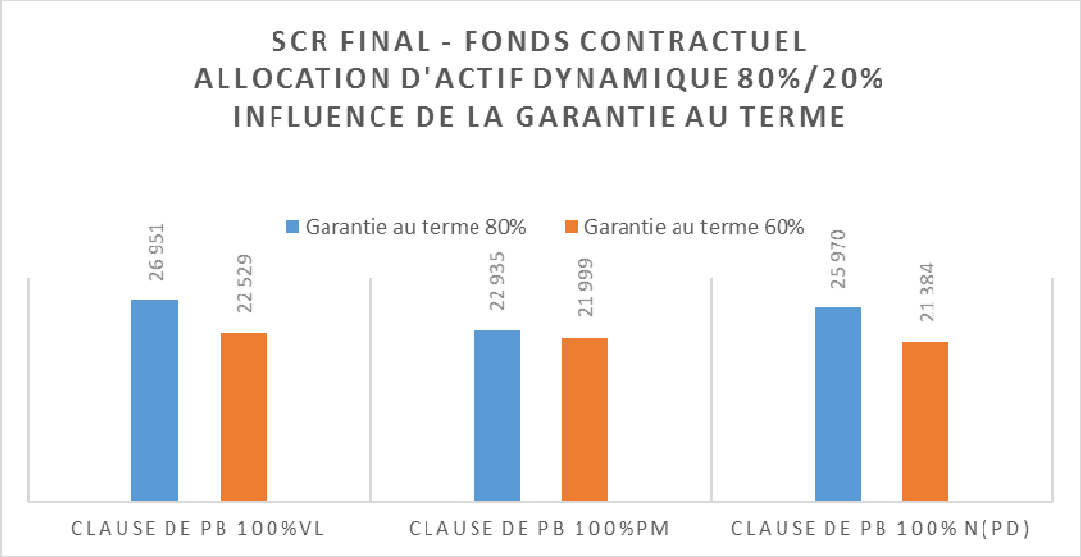


Figure 32: SCR final – fonds contractuel - allocation d'actif dynamique 80%/20% - Influence de la garantie au terme

c. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel

Contrairement à l'allocation d'actifs dynamique 80%/20% qui offre une composition d'actifs stable durant les 10 ans du contrat, l'allocation d'actifs alignée sur le passif offre un comportement différent. En effet, nous constatons que pour ce type d'allocation d'actifs, le SCR augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Par ailleurs, nous constatons que le SCR est plus faible pour la clause de PB affectant 100% de la PB sur la PM quel que soit le niveau de garantie au terme.

Cas étudié : Risque Neutre				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	SCRfinal	SCRauto	SCRactionnaire
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Actuariel	100%VL	100%	1	**2,9%**	4,6%	-1,7%
Actuariel	100%VL	80%	1	**3,5%**	6,3%	-2,8%
Actuariel	100%VL	60%	1	**4,6%**	7,8%	-3,2%
Actuariel	100%PM	100%	1	**2,2%**	4,1%	-1,9%
Actuariel	100%PM	80%	1	**2,7%**	4,5%	-1,8%
Actuariel	100%PM	60%	1	**3,7%**	5,7%	-2,0%
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	**2,8%**	4,6%	-1,8%
Actuariel	100% n(PD)	80%	1	**3,2%**	6,0%	-2,8%
Actuariel	100% n(PD)	60%	1	**4,7%**	7,7%	-3,0%

Tableau 33 : SCR, SCR auto-financés et SCR actionnaire pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre.

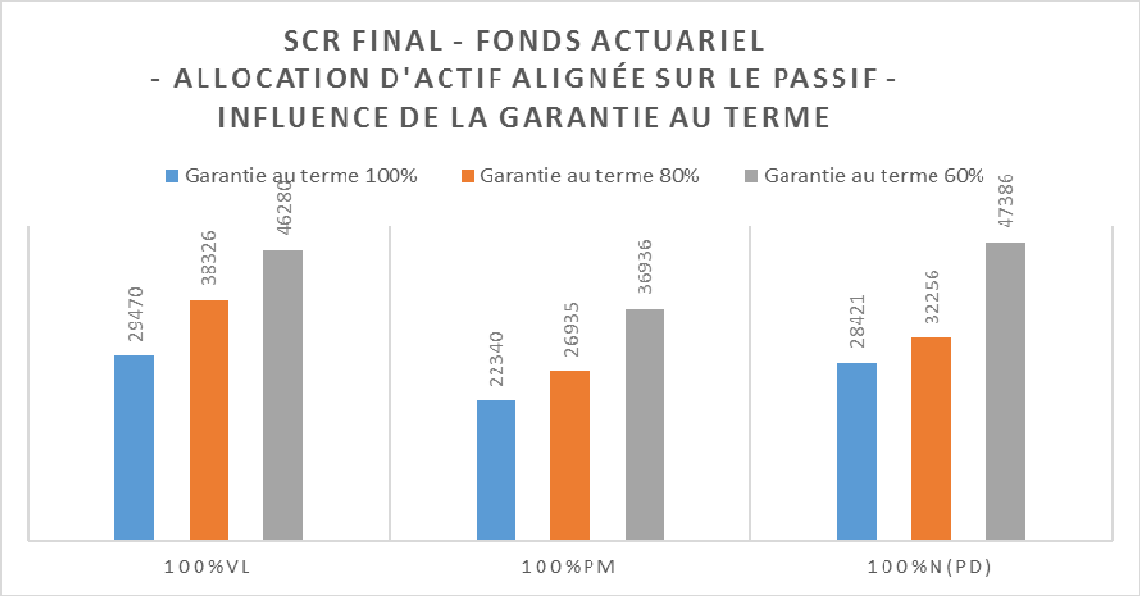


Figure 33: SCR final – fonds actuariel - allocation d'actif alignée sur le passif - Influence de la garantie au terme

Les $SCR_{auto-financés}$ augmentent également lorsque les garanties au terme diminuent. Cette augmentation étant plus élevée que celle des SCR, les $SCR_{actionnaire}$ diminuent parallèlement à la garantie au terme.

d. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel

Comme pour les contrats actuariels, les contrats à type de fonds contractuels dont l'allocation d'actifs est alignée sur le passif présentent un SCR croissant lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les SCR sur les contrats affectant 100% de la PB sur la PM sont de nouveau plus faibles.

Cas étudié : Risque Neutre				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	SCRfinal	SCRauto	SCRactionnaire
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Contractuel	100%VL	80%	1	**2,7%**	5,2%	-2,5%
Contractuel	100%VL	60%	1	**4,2%**	6,8%	-2,6%
Contractuel	100%PM	80%	1	**2,3%**	4,3%	-2,0%
Contractuel	100%PM	60%	1	**3,5%**	5,5%	-2,0%
Contractuel	100% n(PD)	80%	1	**2,6%**	4,9%	-2,3%
Contractuel	100% n(PD)	60%	1	**3,8%**	6,7%	-2,9%

Tableau 34 : SCR, SCR auto-financé et SCR actionnaire pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre.

Les $SCR_{actionnaire}$, c'est-à-dire les besoins en marge de solvabilité nets des marges futures, sont légèrement décroissants lorsque le niveau de garantie au terme décroît pour les contrats ayant une clause de PB affectant la PB sur la PD. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{actionnaire}$ stable et plus élevé. En effet, leur $SCR_{auto-financé}$ (égal à la NAV nette d'impôt) est plus faible.

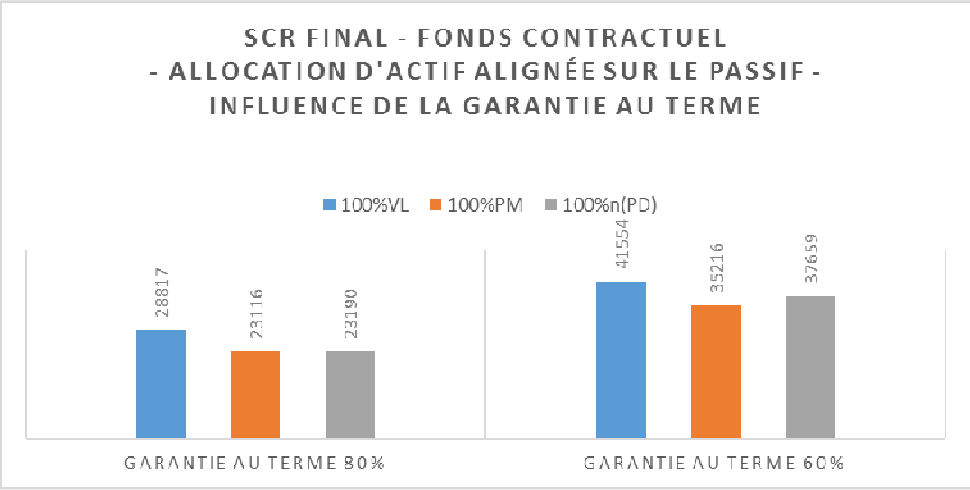


Figure 34: SCR final - allocation d'actif alignée sur le passif - Influence de la garantie au terme

e. Simulation à rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel

Le cas considéré ici correspond aux hypothèses du paragraphe c) ci-dessus à l'exception du rendement action qui est un rendement historique, supérieur au rendement risque neutre.

Comme dans le cas en univers neutre, nous constatons une hausse du SCR lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les SCR sont néanmoins beaucoup plus faibles dans le cas du rendement action historique.

Les SCR observés pour les contrats affectant leur PB sur la PM sont plus faibles.

Cas étudié : Rendement historique				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	SCRfinal	SCRauto	SCRactionnaire
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Actuariel	100%VL	100%	1	**1,5%**	3,1%	-1,6%
Actuariel	100%VL	80%	1	**1,8%**	3,4%	-1,6%
Actuariel	100%VL	60%	1	**2,4%**	3,8%	-1,4%
Actuariel	100%PM	100%	1	**1,4%**	2,7%	-1,3%
Actuariel	100%PM	80%	1	**1,6%**	2,8%	-1,2%
Actuariel	100%PM	60%	1	**1,8%**	3,0%	-1,2%
Actuariel	100% n(PD)	100%	1	**1,7%**	3,1%	-1,4%
Actuariel	100% n(PD)	80%	1	**2,0%**	3,4%	-1,4%
Actuariel	100% n(PD)	60%	1	**2,5%**	3,7%	-1,2%

Tableau 35 : SCR, SCR auto-financé et SCR actionnaire pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers rendement action historique.

De même, les $SCR_{auto-financés}$ augmentent mais de façon moins prononcée que les SCR. De ce fait, les $SCR_{actionnaire}$ augmentent lorsque le niveau de garantie au terme diminue, ce qui constitue une conclusion inverse à celle observée en univers risque neutre.

Les contrats affectant leur PB sur la PM présentent des $SCR_{auto-financés}$ plus faibles que les autres contrats et des $SCR_{actionnaire}$ plus élevés.

f. Simulation à rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel

Le cas considéré ici correspond aux hypothèses du paragraphe d) ci-dessus à l'exception du rendement action qui est un rendement historique, supérieur au rendement risque neutre.

L'impact du passage de l'univers risque neutre à un rendement action historique est le même pour les contrats contractuels que pour les contrats actuariels. En effet, nous constatons une hausse du SCR lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les SCR sont néanmoins beaucoup plus faibles dans le cas du rendement action historique.

Les SCR observés pour les contrats affectant leur PB sur la PM sont plus faibles.

Cas étudié : Rendement historique				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**SCRfinal**	**SCRauto**	**SCRactionnaire**
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Contractuel	100%VL	80%	1	**1,6%**	3,2%	-1,6%
Contractuel	100%VL	60%	1	**2,6%**	3,8%	-1,2%
Contractuel	100%PM	80%	1	**1,4%**	2,9%	-1,5%
Contractuel	100%PM	60%	1	**2,4%**	3,1%	-0,7%
Contractuel	100% n(PD)	80%	1	**1,5%**	3,1%	-1,6%
Contractuel	100% n(PD)	60%	1	**2,7%**	3,7%	-1,0%

Tableau 36 : SCR, SCR auto-financé et SCR actionnaire pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers rendement action historique

De même, les $SCR_{auto-financés}$ augmentent mais de façon moins prononcée que les SCR. De ce fait, les $SCR_{actionnaire}$ augmentent lorsque le niveau de garantie au terme diminue, ce qui constitue une conclusion inverse à celle observée en univers risque neutre.

Les contrats affectant leur PB sur la PM présentent des $SCR_{auto-financés}$ plus faibles que les autres contrats et des $SCR_{actionnaire}$ plus élevés.

B. Calcul détaillé du SCR

Sur l'ensemble des six cas traités (quatre en univers risque neutre et deux en rendement action historique), nous constatons globalement que les cas des contrats affectant la PB sur la VL de la part de PD et en nombre de parts de PD présentent des résultats relativement similaires, en tendances et en valeurs. Ce constat est assez prévisible compte tenu de plusieurs éléments. L'affectation de la PB sur la PD quel que soit le mode choisi se traduit par une répartition PM/PD identique après distribution de PB et donc par une allocation d'actifs identique. Au regard de Solvabilité II, ces deux types d'affectation sont donc tout à fait similaires sous réserve des situations de sous-couverture (ie Actif < PM + $PD_{minimale}$).

En effet, la seule différence notable entre ces deux modes d'affectation est évidemment l'impact sur la VL lié à la création de nouvelles parts de PD qui peut amener à une situation de sous-couverture. L'allocation en CPPI avec les coefficients choisis (volontairement faibles) permet un ajustement permanent de la part action à la PD. Le risque de sous-couverture, comme vu au paragraphe III.1.C, est de ce fait fortement limité.

a. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds actuariel

i Risque Marché

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats actuariels présentent un $SCR_{Marché}$ qui diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{Marché}$ moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Les deux sous-modules du module Marché qui ont le plus grand poids sont le $SCR_{intérêt\ up}$ .et le SCR_{action}.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Risque neutre - Actuariel								
100%VL	100%	5%	1	16 930	-	16 607	-	**23 715**
100%VL	80%	5%	0,56	10 640	-	10 469	-	**14 927**
100%VL	60%	5%	0	8 058	-	5 749	-	**9 898**
100%PM	100%	5%	1	9 733	-	11 414	-	**15 001**
100%PM	80%	5%	0,56	7 118	-	7 992	-	**10 702**
100%PM	60%	5%	0	5 934	-	6 327	-	**8 674**
100%n(PD)	100%	5%	1	15 503	-	18 308	-	**24 004**
100%n(PD)	80%	5%	0,56	10 360	-	11 257	-	**15 298**
100%n(PD)	60%	5%	0,39	8 834	-	7 100	-	**11 333**

Tableau 37 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Pour rappel, le SCR d'un sous-module se calcule par :

$$SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_{ci})$$

avec :

- $(A_0 : Valeur\ de\ l'actif\ à\ t = 0\ ;\ BE_{standard} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ standard)$
- $(A_{c0_i} : Valeur\ de\ l'actif choqué\ à\ t = 0\ ;\ BE_{ci} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ choqué)$

Le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{action} sont plus faibles pour les contrats affectant leur PB sur la PM du fait d'un BE plus élevé dans les scénarios standard et choqués. Par ailleurs, les $SCR_{intérêt\ up}$ et SCR_{action} diminuent lorsque le niveau de garantie au terme diminue pour tous les types de distribution de PB. Cette baisse est principalement due à la hausse du $BE_{standard}$ avec la baisse de la garantie au terme.

Ces tendances s'expliquent par :

- Un niveau élevé du nombre d'obligations dans les scénarios à allocation dynamique 80%/20%. Le choc de hausse de taux à l'instant initial va donc entraîner une forte diminution de l'actif à $t = 0^+$.
- Du fait de la plus faible proportion d'actions dans les scénarios à allocation dynamique, l'impact du choc action ne croît pas avec la diminution des garanties finales.

ii Risque Vie et calcul du BSCR net

Dans le cadre d'une allocation dynamique 80%/20% sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats actuariels présentent un SCR_{Vie} qui diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un SCR_{Vie} moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, quel que soit le mode de distribution.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR cessation	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Actuariel									
100%VL	100%	5%	1	1 340	25 279	3 283	1 731	**27 671**	**40 697**
100%VL	80%	5%	0,56	-	24 091	2 418	1 083	**25 690**	**32 780**
100%VL	60%	5%	0	-	21 658	1 934	-	**22 687**	**26 925**
100%PM	100%	5%	1	627	20 336	3 812	-	**22 521**	**30 019**
100%PM	80%	5%	0,56	-	18 260	3 023	-	**19 944**	**24 881**
100%PM	60%	5%	0	-	16 892	-	-	**16 892**	**20 829**
100%n(PD)	100%	5%	1	1 207	23 270	3 833	-	**25 478**	**39 129**
100%n(PD)	80%	5%	0,56	355	22 609	2 295	-	**23 851**	**31 390**
100%n(PD)	60%	5%	0,39	832	22 497	3 356	614	**24 566**	**29 515**

Tableau 38 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Les chocs de Mortalité et de Cessation ont un impact similaire qui se traduit par la sortie plus probable de l'assuré en cours de vie du contrat, mais du fait de l'importance du choc de cessation de masse (40% de contrats rachetés en $t = 0^+$), la variation du SCR_{Vie} est expliqué en grande partie par les variations du $SCR_{Cessation}$, qui constitue environ 90% de la composition du SCR_{Vie}. Le choc de cessation n'ayant pas d'impact sur la valeur de l'actif à t= 0, le $SCR_{Cessation}$ se calcule donc par :

$$SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}$$

avec :

- $BE_{Cessation}$: *Best Estimate du choc cessation*
- $BE_{Standard}$: *Best Estimate standard*

L'impact plus faible du $SCR_{Cessation}$ dans le cas d'une distribution en 100% PM est expliqué par le niveau plus élevé du $BE_{standard}$ en cas de distribution 100% PM, effet relatif à la meilleure performance finale de la distribution en 100% PM dans les cas disposant d'une allocation dynamique 80%/20%.

iii Calcul du SCR

Ci-après le tableau reprenant les éléments vu précédemment pour le calcul du SCR.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Actuariel											
100%VL	100%	5%	1	52 913	46 055	78 354	- 52 172	3 288	12 993	**29 470**	**2,90%**
100%VL	80%	5%	0,56	49 469	66 278	92 083	- 71 211	3 302	12 182	**24 175**	**2,40%**
100%VL	60%	5%	0,39	47 292	85 005	107 110	- 90 164	3 316	10 930	**20 261**	**2,00%**
100%PM	100%	5%	1	23 729	33 772	45 873	- 26 857	3 324	10 868	**22 340**	**2,20%**
100%PM	80%	5%	0,56	27 141	41 638	55 095	- 39 527	3 340	9 804	**18 908**	**1,90%**
100%PM	60%	5%	0,39	33 309	56 887	72 753	- 59 899	3 338	8 510	**16 192**	**1,60%**
100%n(PD)	100%	5%	1	53 958	43 373	77 219	- 52 089	3 291	12 062	**28 421**	**2,80%**
100%n(PD)	80%	5%	0,56	52 076	64 829	92 751	- 72 812	3 311	11 420	**23 250**	**2,30%**
100%n(PD)	60%	5%	0,39	48 509	86 169	108 942	- 90 259	3 310	11 728	**21 993**	**2,20%**

Tableau 39 : Calcul du SCR pour des contrats actuariels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Nous noterons notamment que l'ajustement est moindre dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM. Ceci s'explique par le fait que la distribution de la PB en PM est définitive : la garantie au terme est définitivement acquise et la PB ne peut pas faire l'objet d'une reprise, contrairement à la distribution sur la PD.

b. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20% et fonds contractuel

i Risque Marché

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats actuariels présentent un $SCR_{Marché}$ qui diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{Marché}$ moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Les deux sous-modules du module Marché qui ont le plus grand poids sont le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{action}.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Risque neutre - Contractuel								
100%VL	80%	5%	1,02	13 776	-	13 613	-	**19 603**
100%VL	60%	5%	1	8 225	-	10 049	-	**13 084**
100%PM	80%	5%	1,02	8 636	-	11 812	-	**14 897**
100%PM	60%	5%	1	10 367	-	8 522	-	**13 742**
100%n(PD)	80%	5%	1,02	12 889	-	13 504	-	**18 775**
100%n(PD)	60%	5%	0,51	8 517	-	9 031	-	**12 423**

Tableau 40: SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Pour rappel, le SCR d'un sous-module se calcule par :

$$SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_{ci})$$

avec :

- $(A_0 : Valeur\ de\ l'actif\ à\ t = 0\ ;\ BE_{standard} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ standard)$
- $(A_{c0_i} : Valeur\ de\ l'actif choqué\ à\ t = 0\ ;\ BE_{ci} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ choqué)$

Ci-après les deux observations les plus notables :

- Le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{action} sont plus faibles pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Cet effet est dû à la revalorisation beaucoup plus importante sur la garantie 100 %PM. Avec un BE plus élevé, les contrats 100% PM voient le premier terme de l'équation $SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_{ci})$ fortement diminuer, ce qui diminue leur SCR en comparaison des autres types de distribution (cet effet l'emporte sur l'effet du choc appliqué).

- Le $SCR_{intérêt\ up}$ diminue avec la garantie au terme pour une PB en 100% PM et augmente dans les autres types de distribution.

ii Risque Vie et calcul du BSCR net

Dans le cadre d'une allocation dynamique 80%/20% sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats contractuels présentent un SCR_{Vie} qui diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un SCR_{Vie} moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, quel que soit le mode de distribution.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR cessation	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Contractuel									
100%VL	80%	5%	1,02	1 490	24 253	3 447	1 898	**26 829**	**36 973**
100%VL	60%	5%	1	670	22 038	2 203	3 200	**24 297**	**30 340**
100%PM	80%	5%	1,02	-	21 184	4 307	-	**23 634**	**30 927**
100%PM	60%	5%	1	-	21 214	2 664	919	**22 923**	**29 527**
100%n(PD)	80%	5%	1,02	1 071	23 227	4 426	-	**25 796**	**35 497**
100%n(PD)	60%	5%	0,51	-	21 820	1 970	-	**22 869**	**28 625**

Tableau 41: SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Les chocs Mortalité et Cessation ont un impact similaire, la sortie d'assuré en cours de vie du contrat, mais du fait de l'importance du choc de cessation de masse (40% de contrats rachetés en $t = 0^+$), la variation du SCR_{Vie} est expliqué en grande partie par les variations du $SCR_{Cessation}$, qui constitue environ 90% de la composition du SCR_{Vie}. Le choc de cessation n'ayant pas d'impact sur la valeur de l'actif à t= 0, le $SCR_{Cession}$ se calcule donc par :

$$SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}$$

avec :

- $BE_{Cessation}$: *Best Estimate du choc cessation*
- $BE_{Standard}$: *Best Estimate standard*

L'impact plus faible $SCR_{Cessation}$ dans le cas d'une distribution en 100% PM est expliqué par le niveau plus élevé du $BE_{standard}$ en cas de distribution 100% PM, effet relatif à la meilleure performance finale de la distribution en 100% PM dans les cas d'allocation dynamique 80%/20%.

iii Calcul du SCR

Ci-après le tableau reprenant les éléments vu précédemment pour le calcul du SCR.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Contractuel											
100%VL	80%	5%	1,02	43 690	65 859	87 664	- 63 965	3 253	12 604	**26 951**	**2,70%**
100%VL	60%	5%	0,51	41 926	87 522	106 078	- 86 835	3 285	11 573	**22 529**	**2,30%**
100%PM	80%	5%	1,02	22 063	40 123	50 391	- 30 760	3 305	11 303	**22 935**	**2,30%**
100%PM	60%	5%	0,51	29 684	59 427	72 765	- 54 073	3 308	11 034	**21 999**	**2,20%**
100%n(PD)	80%	5%	1,02	43 373	64 289	86 072	- 63 366	3 264	12 154	**25 970**	**2,60%**
100%n(PD)	60%	5%	0,51	39 644	84 466	101 885	- 83 792	3 291	10 962	**21 384**	**2,10%**

Tableau 42 : Calcul du SCR pour des contrats contractuels à allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Nous noterons notamment que l'ajustement est moindre dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM. Ceci s'explique par le fait que la distribution de la PB en PM est définitive : la garantie au terme est définitivement acquise et la PB ne peut pas faire l'objet d'une reprise, contrairement à la distribution sur la PD.

c. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel

i Risque Marché

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats actuariels présentent un $SCR_{Marché}$ qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{Marché}$ moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Risque neutre - Actuariel								
100%VL	100%	5%	1	16 930	-	16 607	-	**23 715**
100%VL	80%	5%	1	13 242	-	26 008	-	**29 214**
100%VL	60%	5%	1	10 566	-	-	-	**44 492**
100%PM	100%	5%	1	9 733	-	11 414	-	**15 001**
100%PM	80%	5%	1	10 102	-	18 531	-	**21 106**
100%PM	60%	5%	1	12 310	-	32 507	1 063	**35 514**
100%n(PD)	100%	5%	1	15 503	-	18 308	-	**24 004**
100%n(PD)	80%	5%	1	12 721	-	23 959	-	**27 127**
100%n(PD)	60%	5%	1	10 352	-	42 482	625	**44 190**

Tableau 43 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Les deux sous-modules du module Marché qui ont le plus grand poids sont le $SCR_{intérêt\ up}$ .et le SCR_{action} .

Pour rappel, le SCR d'un sous-module se calcule par :

$$SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_{ci})$$

avec :

- $(A_0 : Valeur\ de\ l'actif\ à\ t = 0\ ;\ BE_{standard} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ standard)$
- $(A_{c0_i} : Valeur\ de\ l'actif\ choqué\ à\ t = 0\ ;\ BE_{ci} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ choqué)$

Le $SCR_{intérêt\ up}$ est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Par ailleurs, le $SCR_{intérêt\ up}$ diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue pour les contrats affectant leur PB sur la PD et augmente pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

Cela signifie que le coût du risque lié à une hausse des taux d'intérêt est d'autant plus faible que la proportion d'obligations est faible, le niveau de garantie au terme plus faible étant compensé par une PB plus élevée dans le cadre des contrats affectant la PB sur la PM.

Plusieurs éléments permettent d'expliquer ces tendances :

- Une baisse du $BE_{standard}$ lorsque le niveau de garantie diminue :
  - Une affectation de la PB sur la PM offre un meilleur BE en univers risque neutre que celui des contrats affectant leur PB sur la PD car, chaque mois, la PB éventuelle augmente de façon certaine la garantie au terme. La plus forte proportion de PM – et donc d'obligations car m=1 – rend moins probable la situation de moins-value. De ce fait, les rachats se font plus tôt. En effet, compte tenu des probabilités de rachat définies en fonction de la situation du contrat (plus ou moins-value) au paragraphe II.1.B.b, un contrat disposant de plus d'obligations ayant moins de probabilité d'être en moins-value a donc plus de probabilité de faire l'objet d'un rachat avant terme. Le taux net de valorisation du passif étant inférieur au taux d'actualisation, un rachat anticipé permet d'augmenter le BE par rapport à un scénario favorisant les rachats au terme (scénario avec plus d'actions).
  - Compte tenu de l'alignement de l'actif sur le passif, un scénario comportant une part de PD plus importante donnera lieu à une détention d'actions plus importante. La volatilité de l'actif sera alors plus importante. La PB est globalement égale à la différence, lorsqu'elle est positive, de la variation de l'actif diminuée de la variation actuarielle de la PM. La PB distribuée et donc la quote-part de PB prélevée à l'actif est donc plus élevée dans le cas d'un scénario comportant plus d'actions (Cf. § III.1.D.b).
- Une hausse de la valeur de l'actif choqué à t=0 $\left(A_{c0intérêt\ up}\right)$ lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Cette hausse s'explique par une part moindre d'obligations - du fait de l'alignement de la proportion de l'allocation en obligations à la PM – et donc une sensibilité moindre au choc d'intérêt.
- Une baisse du BE dans le cadre du choc « intérêt à la hausse » $\left(BE_{intérêt\ up}\right)$ lorsque le niveau de garantie diminue. Cette baisse est néanmoins moins prononcée que celle du $BE_{standard}$ car la proportion d'actions est moindre que dans le scénario standard (à niveau de garantie au terme équivalent) du fait du choc intérêt puis de la réallocation de l'actif.

Compte tenu de ces éléments, la baisse du niveau de garantie entraîne :

* $un\ (A_0 - BE_{standard})\ croissant$

* $et\ un\ (A_{c0_i} - BE_{ci})\ croissant\ de\ façon\ plus\ prononcée$

$\rightarrow\ soit\ un\ SCR_{intérêt\ up}\ décroissant$

Le $SCR_{intérêt\ up}$ des contrats affectant leur PB sur la PM suit les mêmes règles mais est plus faible, à niveau de garantie au terme égal, que celui des contrats affectant leur PB sur la PD. Ceci s'explique par un BE plus élevé que ce soit en scénario standard ou en scénario choqué.

Le SCR_{action} est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Par ailleurs, le SCR_{action} augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue pour tous les types de clauses de PB.

Cela signifie que le coût du risque lié à une baisse brutale des marchés financiers est d'autant plus élevé que la proportion d'actions est élevée. A niveau de garantie au terme égal, les contrats affectant leur PB sur la PM auront un SCR_{action} plus faible du fait de l'allocation grandissante en obligations.

D'un point de vue calculatoire, pour les contrats ayant une garantie au terme inférieure à 100%, le choc action a un impact plus important que le choc intérêt sur l'actif. De ce fait, la différence $A_{c_0} - BE_c$ est plus faible dans le cas du choc action que dans le cas du choc intérêt d'où un SCR_{action} supérieur au $SCR_{intérêt\ up}$. Cette différence est d'autant plus faible et le SCR_{action} d'autant plus important que le niveau de garantie au terme diminue.

Du fait des spécificités du BE dans le cadre des contrats affectant la PB sur la PM présentées dans le cadre du choc intérêt (moins de QP, plus de rachats anticipés augmentant le BE), nous avons un $BE_{standard}$ plus élevé pour ces contrats et un BE_{action} relativement encore plus élevé (du fait de la part moindre des actions qui accentue encore la meilleure valorisation du BE_{action}). D'où un SCR_{action} plus faible à niveau de garantie au terme égal pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

ii Risque Vie et calcul du BSCR net

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats actuariels présentent un SCR_{Vie} qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un SCR_{Vie} moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR cessation	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Actuariel									
100%VL	100%	5%	1	1 340	25 279	3 283	1 731	**27 671**	**40 697**
100%VL	80%	5%	1	-	31 530	4 118	-	**33 778**	**49 878**
100%VL	60%	5%	1	-	40 145	2 246	2 362	**41 982**	**68 381**
100%PM	100%	5%	1	627	20 336	3 812	-	**22 521**	**30 019**
100%PM	80%	5%	1	2 411	23 412	4 007	1 246	**26 245**	**37 566**
100%PM	60%	5%	1	-	28 987	3 817	2 141	**31 704**	**53 191**
100%n(PD)	100%	5%	1	1 207	23 270	3 833	-	**25 478**	**39 129**
100%n(PD)	80%	5%	1	-	29 235	2 329	-	**30 466**	**45 577**
100%n(PD)	60%	5%	1	640	40 016	4 221	2 107	**42 913**	**68 865**

Tableau 44 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Le sous-module du module Vie qui a le plus grand poids est le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$.

Le choc de cessation n'ayant pas d'impact sur la valeur de l'actif à t= 0, le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ se calcule donc par :

$$SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}$$

avec :

- $BE_{Cessation}$: *Best Estimate du choc cessation*
- $BE_{Standard}$: *Best Estimate standard*

Le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Par ailleurs, le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue quelle que soit la clause de PB du contrat.

Cela signifie que le coût du risque lié à une évolution du taux de cessation est d'autant plus élevé que la proportion d'obligations est faible. Ce coût est moindre pour les contrats affectant la PB sur la PM.

Comme indiqué en préambule de cette partie (III.2.B), les $\boldsymbol{BE_{standard}}$ et $\boldsymbol{BE_{Cessation}}$ sont similaires pour les contrats affectant leur PB sur la VL de la part de PD et en nombre de parts.

Le choc de cessation qui a le poids le plus important et qui est donc retenu dans le cadre de notre étude est le choc de cessation de masse qui implique la cessation à $t = 0^+$ de 40% des contrats.

En risque neutre, comme vu dans le paragraphe *i* précédent, plus les sorties sont tardives, plus le BE a tendance à diminuer car la valorisation nette des contrats ne compense pas le taux d'actualisation. Le fait de considérer que 40% des contrats sont rachetés immédiatement implique donc que : $BE_{Cessation} > BE_{standard}$.

C'est également pour cette raison, pour le caractère pérenne de la PB affectée sur la PM et également par une prise de quote-part de PB moindre que le BE des contrats affectant la PB sur la PM est plus élevé que les autres. Dans le cas du choc de cessation de masse, 40% des contrats ayant déjà été rachetés à $t = 0^+$, cette surévaluation du BE pour ces contrats est moindre d'où un : $SCR_{Cessation}$ (= $BE_{Cessation} - BE_{standard}$) plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

La raison de l'augmentation du $SCR_{Cessation}$ lorsque le niveau de garantie au terme diminue s'explique également par les mêmes raisons. En effet, quelle que soit la clause de PB, le BE diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue (Cf. *i*). Dans le cas du choc de cessation de masse, le $BE_{Cessation}$ diminue de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ du fait du caractère anticipé des rachats liés au choc. La différence $(BE_{Cessation} - BE_{standard})$ et le $SCR_{Cessation}$ augmente alors.

Le SCR_{Vie} a le même comportement que le $SCR_{Cessation}$, à savoir une augmentation lorsque le niveau de garantie au terme diminue et une valeur plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Le $SCR_{Marché}$ ayant également ce comportement, il est logique que le $BSCR_{Net}$ suive également ces règles.

iii Calcul du SCR

Ce tableau a pour objectif de donner les éléments ayant permis le calcul du SCR.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Actuariel											
100%VL	100%	5%	1	52 913	46 055	78 354	- 52 172	3 288	12 993	**29 470**	**2,90%**
100%VL	80%	5%	1	72 759	67 989	111 309	- 78 734	2 553	15 149	**35 129**	**3,50%**
100%VL	60%	5%	1	112 821	95 625	165 127	- 119 926	1 860	18 191	**46 280**	**4,60%**
100%PM	100%	5%	1	23 729	33 772	45 873	- 26 857	3 324	10 868	**22 340**	**2,20%**
100%PM	80%	5%	1	30 191	38 115	54 219	- 29 919	2 635	12 135	**26 935**	**2,70%**
100%PM	60%	5%	1	54 747	48 196	81 483	- 46 484	1 937	14 114	**36 936**	**3,70%**
100%n(PD)	100%	5%	1	53 958	43 373	77 219	- 52 089	3 291	12 062	**28 421**	**2,80%**
100%n(PD)	80%	5%	1	76 409	65 213	112 172	- 82 482	2 567	13 782	**32 256**	**3,20%**
100%n(PD)	60%	5%	1	113 154	89 656	160 980	- 115 454	1 860	18 609	**47 386**	**4,70%**

Tableau 45 : Calcul du SCR pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Nous noterons notamment que l'ajustement est moindre dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM. Ceci s'explique par le fait que la distribution de la PB en PM est définitive : la garantie au terme est définitivement acquise et la PB ne peut pas faire l'objet d'une reprise, contrairement à la distribution sur la PD.

d. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel

i Risque Marché

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats contractuels présentent un $SCR_{Marché}$ qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{Marché}$ moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Risque neutre - Contractuel								
100%VL	80%	5%	1	13 142	-	12 984	-	**18 540**
100%VL	60%	5%	1	9 779	-	31 335	-	**32 950**
100%PM	80%	5%	1	8 305	-	10 660	-	**13 517**
100%PM	60%	5%	1	5 701	-	26 507	-	**27 445**
100%n(PD)	80%	5%	1	12 832	-	12 713	-	**18 097**
100%n(PD)	60%	5%	1	9 546	-	30 084	-	**31 614**

Tableau 46 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Les deux sous-modules du module Marché qui ont le plus grand poids sont le $SCR_{intérêt\ up}$ .et le SCR_{action}.

Pour rappel, le SCR d'un sous-module se calcule par :

$$SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_{ci})$$

avec :

- $(A_0 : Valeur\ de\ l'actif\ à\ t = 0\ ;\ BE_{standard} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ standard)$
- $(A_{c0_i} : Valeur\ de\ l'actif choqué\ à\ t = 0\ ;\ BE_{ci} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ choqué)$

Le $SCR_{intérêt\ up}$ est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM et il diminue quelle que soit la clause de PB. Cela signifie que le coût du risque lié à une hausse des taux d'intérêt est d'autant plus faible que la proportion d'obligations est faible, le niveau de garantie au terme plus faible étant compensé par une PB plus élevée dans le cadre des contrats affectant la PB sur la PM.

Plusieurs éléments permettent d'expliquer ces tendances :

- Une baisse du $BE_{standard}$ lorsque le niveau de garantie diminue :
  - Une affectation de la PB sur la PM offre un meilleur BE en univers risque neutre car chaque mois, la PB éventuelle augmente de façon certaine la garantie au terme. La plus forte proportion de PM – et donc d'obligations car m=1 – rend moins probable la situation de moins-value. De ce fait, les rachats se font plus tôt. En effet, compte tenu des probabilités de rachat définies en fonction de la situation du contrat (plus ou moins-value) au paragraphe II.1.B.b, un contrat disposant de plus d'obligations ayant moins de probabilité d'être en moins-value a donc plus de probabilité de faire l'objet d'un rachat avant terme. Le taux net de valorisation du passif étant inférieur au taux d'actualisation, un rachat anticipé permet d'augmenter le BE par rapport à un scénario favorisant les rachats au terme (scénario avec plus d'actions).
  - Compte tenu de l'alignement de l'actif sur le passif, un scénario comportant une part de PD plus importante donnera lieu à une détention d'actions plus importante. La volatilité de l'actif sera alors plus importante. La PB est globalement égale à la variation de l'actif (la variation actuarielle de la PM étant nulle dans le cas des fonds

contractuels). La PB distribuée et donc la quote-part de PB prélevée à l'actif est donc plus élevée dans le cas d'un scénario comportant plus d'actions (Cf. § III.1.D.b).

- Une hausse de la valeur de l'actif choqué à t=0 $\left(A_{c0_{intérêt\ up}}\right)$ lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Cette hausse s'explique par une part moindre d'obligations du fait de l'alignement de la proportion de l'allocation en obligations à la PM et donc une sensibilité moindre au choc d'intérêt.
- Une baisse du BE dans le cadre du choc « intérêt à la hausse » $\left(BE_{intérêt\ up}\right)$ lorsque le niveau de garantie diminue. Cette baisse est néanmoins moins prononcée que celle du $BE_{standard}$ car la proportion d'actions est moindre que dans le scénario standard (à niveau de garantie au terme équivalent) du fait du choc intérêt puis de la réallocation de l'actif.

Compte tenu de ces éléments, la baisse du niveau de garantie entraîne :

$* \ un \left(A_0 - BE_{standard}\right) croissant$

$* \ et\ un \left(A_{c0_i} - BE_i\right) croissant\ de\ façon\ plus\ prononcée$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{intérêt\ up}\ décroissant$

Le $SCR_{intérêt\ up}$ des contrats affectant leur PB sur la PM suit les mêmes règles mais est plus faible, à niveau de garantie au terme égal, que celui des contrats affectant leur PB sur la PD. Ceci s'explique par un BE plus élevé que ce soit en scénario standard ou en scénario choqué.

Le SCR_{action} est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Par ailleurs, le SCR_{action} augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue pour tous les types de clauses de PB.

Cela signifie que le coût du risque lié à une baisse brutale des marchés financiers est d'autant plus élevé que la proportion d'actions est élevée. A niveau de garantie au terme égal, les contrats affectant leur PB sur la PM auront un SCR_{action} plus faible du fait de l'allocation grandissante en obligations.

D'un point de vue calculatoire, pour les contrats ayant une garantie au terme inférieure à 100%, le choc action a un impact plus important que le choc intérêt sur l'actif. De ce fait, la différence $A_{c_0} - BE_c$ est plus faible dans le cas du choc action que dans le cas du choc intérêt d'où un

SCR_{action} supérieur au $SCR_{intérêt\ up}$. Cette différence est d'autant plus faible et le SCR_{action} d'autant plus important que le niveau de garantie au terme diminue.

Du fait des spécificités du BE dans le cadre des contrats affectant la PB sur la PM présentées dans le cadre du choc intérêt (moins de QP, plus de rachats anticipés augmentant le BE), nous avons un $BE_{standard}$ plus élevé pour ces contrats et un BE_{action} relativement encore plus élevé (du fait de la part moindre des actions qui accentue encore la meilleure valorisation du BE). D'où un SCR_{action} plus faible à niveau de garantie au terme égal pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

ii Risque Vie et calcul du BSCR net

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats contractuels présentent un SCR_{Vie} qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un SCR_{Vie} légèrement moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR cessation	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Contractuel									
100%VL	80%	5%	1	845	25 998	1 081	1 012	**26 861**	**36 252**
100%VL	60%	5%	1	722	35 261	4 235	3 602	**38 705**	**56 758**
100%PM	80%	5%	1	308	22 228	4 678	-	**24 915**	**31 175**
100%PM	60%	5%	1	2 633	31 983	5 060	2 112	**35 641**	**50 126**
100%n(PD)	80%	5%	1	416	25 617	1 613	887	**26 715**	**35 818**
100%n(PD)	60%	5%	1	1 341	34 445	2 713	1 519	**36 365**	**53 821**

Tableau 47 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Le sous-module du module Vie qui a le plus grand poids est **le** $SCR_{Cessation}$.

Le choc de cessation n'ayant pas d'impact sur la valeur de l'actif à t= 0, le $SCR_{Cession}$ se calcule donc par :

$$SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}$$

avec :

- $BE_{Cessation}$: *Best Estimate du choc cessation*
- $BE_{Standard}$: *Best Estimate standard*

Le $SCR_{Cessation}$ est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Par ailleurs, le $SCR_{Cessation}$ augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue quelle que soit la clause de PB du contrat.

Cela signifie que le coût du risque lié à une évolution du taux de cessation est d'autant plus élevée que la proportion d'obligations est faible. Ce coût est moindre pour les contrats affectant la PB sur la PM.

Comme indiqué en préambule de cette partie (III.2.B), les $BE_{standard}$ et $BE_{Cessation}$ sont similaires pour les contrats affectant leur PB sur la VL de la part de PD et en nombre de parts.

Le choc de cessation qui a le poids le plus important et qui est donc retenu dans le cadre de notre étude est le choc de cessation de masse qui implique la cessation à $t = 0^+$ de 40% des contrats.

En risque neutre, comme vu dans le paragraphe *i* précédent, plus les sorties sont tardives, plus le BE a tendance à diminuer car la valorisation nette des contrats ne compense pas le taux d'actualisation. Le fait de considérer que 40% des contrats sont rachetés immédiatement implique que : $BE_{Cessation} > BE_{standard}$.

C'est également pour cette raison et également par une prise de quote-part de PB moindre que le BE des contrats affectant la PB sur la PM est plus élevé que les autres. Dans le cas du choc de cessation de masse, 40% des contrats ayant déjà été rachetés à $t = 0^+$, cette surévaluation du BE pour ces contrats est moindre d'où un : $SCR_{Cessation}$ = ($BE_{Cessation} - BE_{standard}$) plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

La raison de l'augmentation du $SCR_{Cessation}$ lorsque le niveau de garantie au terme diminue s'explique également par les mêmes raisons. En effet, quelle que soit la clause de PB, le $BE_{standard}$ diminue lorsque le niveau de garantie au terme diminue (Cf. *i*). Dans le cas du choc

de cessation, le $BE_{Cessation}$ diminue de façon prononcée du fait des rachats anticipés. La différence de ces BE et par conséquent le $SCR_{Cessation}$ augmentent alors.

Le SCR_{Vie} a le même comportement que le $SCR_{Cessation}$, à savoir une augmentation lorsque le niveau de garantie au terme diminue et une valeur plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Le $SCR_{Marché}$ ayant également ce comportement, il est logique que le $BSCR_{Net}$ suive également ces règles.

iii Calcul du SCR

Ce tableau a pour objectif de donner les éléments ayant permis le calcul du SCR.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Contractuel											
100%VL	80%	5%	1	42 889	65 988	87 230	- 64 015	3 254	12 620	26 469	2,60%
100%VL	60%	5%	1	80 928	91 828	136 739	- 99 496	2 376	17 108	39 620	4,00%
100%PM	80%	5%	1	21 646	42 313	52 124	- 32 335	3 327	11 876	23 116	2,30%
100%PM	60%	5%	1	48 692	59 839	86 072	- 53 292	2 436	15 988	35 216	3,50%
100%n(PD)	80%	5%	1	46 122	70 871	93 724	- 70 813	3 293	12 597	26 205	2,60%
100%n(PD)	60%	5%	1	84 578	90 097	138 134	- 102 861	2 386	16 156	37 659	3,80%

Tableau 48 : Calcul du SCR pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Nous noterons notamment que l'ajustement est moindre dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM. Ceci s'explique par le fait que la distribution de la PB en PM est définitive : la garantie au terme est définitivement acquise et la PB ne peut pas faire l'objet d'une reprise, contrairement à la distribution sur la PD.

e. Rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds actuariel

i Risque Marché

Le fait de considérer un rendement action historique plutôt qu'un rendement risque neutre ne modifie pas les tendances observées dans le III.2.B.c, à savoir que les contrats actuariels présentent un $SCR_{Marché}$ qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les

contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{Marché}$ moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Rendem. action histor. - Actuariel								
100%VL	100%	5%	1	7 449	-	5 387	-	**9 193**
100%VL	80%	5%	1	5 216	-	11 832	-	**12 931**
100%VL	60%	5%	1	4 878	-	15 603	-	**16 348**
100%PM	100%	5%	1	4 581	-	2 606	-	**5 270**
100%PM	80%	5%	1	3 436	-	8 728	-	**9 407**
100%PM	60%	5%	1	2 774	-	14 409	-	**14 673**
100%n(PD)	100%	5%	1	6 533	-	6 216	-	**9 018**
100%n(PD)	80%	5%	1	4 863	-	12 379	-	**13 300**
100%n(PD)	60%	5%	1	4 502	-	15 544	-	**16 183**

Tableau 49 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Les deux sous-modules du module Marché qui ont le plus grand poids sont le $SCR_{intérêt\ up}$ .et le SCR_{action}.

Pour rappel, le SCR d'un sous-module se calcule par :

$$SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_i)$$

avec :

- $(A_0 : Valeur\ de\ l'actif\ à\ t = 0\ ;\ BE_{standard} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ standard)$
- $(A_{c0_i} : Valeur\ de\ l'actif choqué\ à\ t = 0\ ;\ BE_{ci} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ choqué)$

Les tendances observées au paragraphe III.2.B.c (univers risque neutre) concernant le $SCR_{intérêt\ up}$ s'expliquent par les mêmes principes en rendement action historique qu'en univers risque neutre. Les $SCR_{intérêt\ up}$ observés en rendement action historique sont

néanmoins moins élevés. Ceci s'explique par un $BE_{standard}$ et un $BE_{intérêt\ up}$ plus élevés du fait d'un rendement action et donc un rendement global plus élevé.

Les tendances observées au paragraphe III.2.B.c (univers risque neutre) concernant le SCR_{action} s'expliquent par les mêmes principes en rendement action historique qu'en univers risque neutre. Les SCR_{action} observés en rendement action historique sont néanmoins moins élevés. Ceci s'explique par un $BE_{standard}$ et un BE_{action} plus élevés du fait d'un rendement action et donc un rendement global plus élevé.

ii Risque Vie et calcul du BSCR net

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique, nous constatons que les contrats actuariels présentent un SCR_{Vie} qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un SCR_{Vie} moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR cessation	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Actuariel									
100%VL	100%	5%	1	148	13 129	1 857	-	**14 155**	**18 707**
100%VL	80%	5%	1	483	15 389	3 513	-	**17 445**	**24 173**
100%VL	60%	5%	1	1 128	22 033	3 437	3 421	**25 167**	**33 262**
100%PM	100%	5%	1	-	13 326	4 466	-	**16 032**	**18 085**
100%PM	80%	5%	1	246	14 122	2 984	1 367	**16 268**	**20 728**
100%PM	60%	5%	1	1 813	16 045	2 124	-	**17 356**	**25 375**
100%n(PD)	100%	5%	1	680	14 895	3 938	1 218	**17 641**	**21 727**
100%n(PD)	80%	5%	1	-	16 888	3 907	2 812	**20 089**	**26 722**
100%n(PD)	60%	5%	1	1 463	23 387	4 118	3 327	**26 919**	**34 703**

Tableau 50: SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Le sous-module du module Vie qui a le plus grand poids est **le** $SCR_{Cessation}$.

Le choc de cessation n'ayant pas d'impact sur la valeur de l'actif à t= 0^+, le $SCR_{Cessation}$ se calcule par :

$$SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}$$

avec :

- $BE_{Cessation}$: *Best Estimate du choc cessation*
- $BE_{Standard}$: *Best Estimate standard*

Les tendances observées au paragraphe III.2.B.c (univers risque neutre) concernant le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ s'expliquent par les mêmes principes en rendement action historique qu'en univers risque neutre. Les $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ observés en rendement action historique sont néanmoins moins élevés. Ceci s'explique par un $BE_{standard}$ plus élevé qu'en univers risque neutre du fait d'un rendement global de l'actif plus élevé et un $BE_{Cessation}$ plus élevé qu'en univers risque neutre mais de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ du fait des 40% de cessation à t= 0^+ (ces 40% de cessation pesant le même « poids » dans le $BE_{standard}$ que dans le $BE_{Cessation}$).

Le SCR_{Vie} a le même comportement que le $SCR_{Cessation}$, à savoir une augmentation lorsque le niveau de garantie au terme diminue et une valeur plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Le $SCR_{Marché}$ ayant également ce comportement, il est logique que le BSCR Net suive également ces règles.

Le SCR_{Vie} et le $SCR_{Marché}$ étant plus faibles en rendement action historique qu'en univers risque neutre, le BSCR est également plus faible en rendement action historique.

iii Calcul du SCR

Ce tableau a pour objectif de donner les éléments ayant permis le calcul du SCR.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Actuariel											
100%VL	100%	5%	1	26 905	44 459	57 433	- 46 077	3 570	7 354	**14 925**	**1,50%**
100%VL	80%	5%	1	73 211	62 865	107 764	- 92 452	2 676	8 459	**17 989**	**1,80%**
100%VL	60%	5%	1	105 096	92 089	156 092	- 134 467	2 003	11 437	**23 628**	**2,40%**
100%PM	100%	5%	1	15 621	29 560	36 724	- 25 731	3 405	8 229	**14 398**	**1,40%**
100%PM	80%	5%	1	20 058	29 920	39 970	- 27 201	3 389	8 304	**16 158**	**1,60%**
100%PM	60%	5%	1	42 425	39 155	64 525	- 48 196	2 034	8 208	**18 364**	**1,80%**
100%n(PD)	100%	5%	1	50 386	41 719	73 009	- 59 569	3 385	8 860	**16 825**	**1,70%**
100%n(PD)	80%	5%	1	75 324	64 403	110 666	- 93 651	2 691	9 607	**19 707**	**2,00%**
100%n(PD)	60%	5%	1	110 097	91 741	159 963	- 137 380	2 026	12 201	**24 609**	**2,50%**

Tableau 51: Calcul du SCR pour des contrats actuariels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Nous noterons notamment que l'ajustement est moindre dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM. Ceci s'explique par le fait que la distribution de la PB en PM est définitive : La garantie au terme est définitivement acquise et la PB ne peut pas faire l'objet d'une reprise, contrairement à la distribution sur la PD.

Nous noterons également que l'ajustement pour les contrats affectant leur PB sur la PD est plus élevé en rendement action historique qu'en univers risque neutre, ce qui s'explique par une PB non sécurisée plus importante. L'ajustement pour les contrats affectant leur PB sur la PM est similaire dans les deux environnements du fait du caractère pérenne de la PB dans ce cas et de l'alignement en obligations à l'actif.

f. Rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif et fonds contractuel

i Risque Marché

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique, nous constatons que les contrats contractuels présentent un $SCR_{Marché}$ qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un $SCR_{Marché}$ plus ou moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD, en fonction du niveau de garantie au terme.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Rendem. action histor. - Contractuel								
100%VL	80%	5%	1	4 781	-	5 012	-	**6 927**
100%VL	60%	5%	1	10 543	-	17 217	-	**20 262**
100%PM	80%	5%	1	7 817	-	1 942	-	**8 054**
100%PM	60%	5%	1	12 259	-	12 915	-	**17 943**
100%n(PD)	80%	5%	1	5 251	-	4 985	-	**7 240**
100%n(PD)	60%	5%	1	11 298	-	18 895	-	**22 040**

Tableau 52 : SCR net des sous-modules et du module Marché pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Les deux sous-modules du module Marché qui ont le plus grand poids sont le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{action}.

Pour rappel, le SCR d'un sous-module se calcule par :

$$SCR_i = (A_0 - BE_{standard}) - (A_{c0_i} - BE_i)$$

avec :

- $(A_0 : Valeur\ de\ l'actif\ à\ t = 0\ ;\ BE_{standard} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ standard)$
- $(A_{c0_i} : Valeur\ de\ l'actif choqué\ à\ t = 0\ ;\ BE_{ci} : Best\ Estimate\ du\ scénario\ choqué)$

Contrairement aux observations faites au paragraphe III.2.B.d (univers risque neutre), nous constatons qu'en rendement action historique le $SCR_{intérêt\ up}$ est plus élevé pour les contrats affectant leur PB sur la PM et qu'il augmente, quelle que soit la clause de PB, lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Cela signifie que le coût du risque lié à une hausse des taux d'intérêt est d'autant plus important que la proportion d'obligations est faible.

Plusieurs éléments permettent d'expliquer ces tendances :

- Une baisse du $BE_{standard}$ lorsque le niveau de garantie au terme diminue, baisse beaucoup moins marquée qu'en univers risque neutre. En effet, malgré une allocation plus importante en actions (ce qui offre donc un rendement global plus important qu'en risque neutre), le $BE_{standard}$ des scénarios à niveau de garantie au terme plus faible

diminue tout de même du fait du nombre plus important de rachats au terme (ce qui fait baisser le $BE_{standard}$) et de la prise de quote-part de PB plus importante.

- Le comportement de $A_{c0_{intérêt\ up}}$ est le même en univers risque neutre qu'en rendement action historique. À savoir qu'il augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue, ce qui s'explique par une allocation moindre en obligations donc moins de sensibilité au choc de hausse d'intérêt.
- Un $BE_{intérêt\ up}$ qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. En univers risque neutre, le $BE_{intérêt\ up}$ diminue de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ lorsque le niveau de garantie au terme diminue car la proportion est moindre à niveau de garantie au terme égale du fait du choc de hausse d'intérêt puis de la réallocation. En rendement action historique, ce comportement est de plus accompagné d'une meilleure performance des actions, d'où une hausse du $BE_{intérêt\ up}$.

Compte tenu de ces éléments, la baisse du niveau de garantie entraîne :

* $un\ (A_0 - BE_{standard})\ croissant$

* $et\ un\ \left(A_{c0_i} - BE_i\right)\ croissant\ de\ façon\ moins\ prononcée$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{intérêt\ up}\ croissant$

Le $SCR_{intérêt\ up}$ des contrats affectant leur PB sur la PM suit les mêmes règles mais est plus important, à niveau de garantie au terme égal, que celui des contrats affectant leur PB sur la PD. En effet, malgré un $BE_{standard}$ plus élevé pour la clause de PB sur PM (du fait de la pérennité de la PB distribuée) qui réduit la différence $(A_0 - BE_{standard})$, le $BE_{intérêt\ up}$ est relativement encore plus élevé du fait de la combinaison bonne performance des actions/pérennité de la PB sur PM. Ce dernier point étant d'autant plus marqué que le niveau de garantie au terme diminue.

Les observations faites sur le $\boldsymbol{SCR_{action}}$ en rendement action historique sont les mêmes qu'en univers risque neutre (paragraphe III.2.B.d). Nous observons que le SCR_{action} est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM et qu'il augmente, quelle que soit la clause de PB, lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Cela signifie que le coût du risque lié à une baisse brutale des marchés financiers est d'autant plus élevé que la proportion d'actions est

élevée. A niveau de garantie au terme égal, les contrats affectant leur PB sur la PM auront un SCR_{action} plus faible du fait de l'allocation grandissante en obligations.

D'un point de vue calculatoire, nous retrouvons les mêmes éléments d'explication qu'en risque neutre (paragraphe III.2.B.d) pour expliquer les tendances observées. Par ailleurs, les SCR_{action}. sont plus faibles en rendement action historique qu'en univers risque neutre du fait d'un $BE_{standard}$ plus élevé en rendement historique grâce au rendement action plus élevé et d'un BE_{action} plus élevé en rendement historique mais de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ car la proportion d'actions est moindre suite au choc action.

Nous avons donc :

* $un\ (A_0 - BE_{standard})\ moins\ élevé\ en\ rend.action\ historique\ qu'en\ risque\ neutre$
* $et\ un\ (A_{c0_i} - BE_i)\ moins\ élevé\ qu'en\ risuqe\ neutre\ de\ façon\ moins\ prononcée$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{action}\ plus\ faible\ qu'en\ univers\ risque\ neutre$

ii Risque Vie et calcul du BSCR net

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique, nous constatons que les contrats contractuels présentent un SCR_{Vie} qui augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Les contrats affectant leur PB sur la PM ont un SCR_{Vie} légèrement moins important que celui des contrats affectant la PB sur la PD, que ce soit sur la VL ou en nombre de parts de PD.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR cessation	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Contractuel									
100%VL	80%	5%	1	698	16 422	1 563	821	**17 526**	**20 392**
100%VL	60%	5%	1	2 018	22 681	4 783	1 700	**26 127**	**36 849**
100%PM	80%	5%	1	-	11 558	3 873	-	**13 905**	**17 726**
100%PM	60%	5%	1	1 740	20 686	4 226	3 052	**24 288**	**33 612**
100%n(PD)	80%	5%	1	1 657	14 333	1 899	-	**15 511**	**18 685**
100%n(PD)	60%	5%	1	1 128	22 425	2 883	3 730	**25 337**	**37 509**

Tableau 53 : SCR net des sous-modules, SCR du module Vie et BSCR net pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Le sous-module du module Vie qui a le plus grand poids est le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$.

Le choc de cessation n'ayant pas d'impact sur la valeur de l'actif à $t = 0^+$, le $SCR_{Cessation}$ se calcule donc par :

$$SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}$$

avec :

- $BE_{Cessation}$: *Best Estimate du choc cessation*
- $BE_{Standard}$: *Best Estimate standard*

Le $SCR_{Cessation}$ est plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Par ailleurs, le $SCR_{Cessation}$ augmente lorsque le niveau de garantie au terme diminue quelle que soit la clause de PB du contrat.

Cela signifie que le coût du risque lié à une évolution du taux de cessation est d'autant plus élevé que la proportion d'obligations est faible. Ce coût est moindre pour les contrats affectant la PB sur la PM.

Les évolutions du $SCR_{Cessation}$ en fonction du niveau de garantie ou de la clause de PB s'expliquent en rendement action historique comme en univers risque neutre (paragraphe III.2.B.d).

Néanmoins, le $SCR_{Cessation}$ est plus faible et croît moins vite en rendement action historique qu'en univers risque neutre lorsque le niveau de garantie au terme diminue. Ceci s'explique par deux éléments :

- $BE_{standard\ rendement\ action\ historique} \gg BE_{standard\ risque\ neutre}$
- $BE_{Cessation\ rendement\ action\ historique} > BE_{Cessation\ risque\ neutre}$

➔ $SCR_{Cessation\ univers\ risque\ neutre} > SCR_{Cessation\ rendement\ action\ historique}$

En effet, les contrats ayant subi le choc de cessation de masse ne bénéficie pas autant de la bonne revalorisation des actions qu'en scénario standard. Et ce « manque à gagner » en terme de BE est d'autant plus important que le niveau de garantie au terme diminue (car la part actions est alors plus élevée).

Le SCR_{Vie} a le même comportement que le $SCR_{Cessation}$, à savoir une augmentation lorsque le niveau de garantie au terme diminue et une valeur plus faible pour les contrats affectant leur PB sur la PM. Le $SCR_{Marché}$ ayant également ce comportement, il est logique que le BSCR Net suive également ces règles.

iii Calcul du SCR

Ce tableau a pour objectif de donner les éléments ayant permis le calcul du SCR.

Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Contractuel											
100%VL	80%	5%	1	41 534	67 994	88 092	- 75 550	3 396	8 833	**15 938**	**1,60%**
100%VL	60%	5%	1	80 757	93 920	138 330	- 114 471	2 515	12 061	**26 374**	**2,60%**
100%PM	80%	5%	1	17 386	36 629	44 299	- 33 550	3 420	7 308	**14 168**	**1,40%**
100%PM	60%	5%	1	40 274	52 389	73 631	- 51 950	2 543	11 332	**24 224**	**2,40%**
100%n(PD)	80%	5%	1	44 388	65 925	88 202	- 76 806	3 404	7 986	**14 800**	**1,50%**
100%n(PD)	60%	5%	1	85 369	90 308	138 917	- 114 618	2 520	11 744	**26 819**	**2,70%**

Tableau 54 : Calcul du SCR pour des contrats contractuels à allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Nous noterons notamment que l'ajustement est moindre dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM. Ceci s'explique par le fait que la distribution de la PB en PM est définitive : La garantie au terme est définitivement acquise et la PB ne peut pas faire l'objet d'une reprise, contrairement à la distribution sur la PD.

C. Impact du type de fonds sur le SCR

a. Risque neutre - allocation d'actifs dynamique 80%/20%

Dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre, nous constatons que les contrats contractuels présentent, à niveau de garantie égal :

- Un $SCR_{Marché}$: plus élevé que les contrats actuariels (env. +30%) ;
- Un SCR_{Vie} : plus élevé que les contrats actuariels (env. +10%) ;
- Un SCR_{Net} : plus élevé que les contrats actuariels (env. +15%).

Cette différence est plus marquée pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR action	Nscr Marché	SCR rachat	Nscr Life	Nbscr	SCR final
	Risque neutre										
Actuariel	100%VL	80%	5%	0,56	10 640	10 469	**14 927**	24 091	**25 690**	**32 780**	**2,40%**
Contractuel	100%VL	80%	5%	1,02	13 776	13 613	**19 603**	24 253	**26 829**	**36 973**	**2,70%**
Actuariel	100%PM	80%	5%	0,56	7 118	7 992	**10 702**	18 260	**19 944**	**24 881**	**1,90%**
Contractuel	100%PM	80%	5%	1,02	8 636	11 812	**14 897**	21 184	**23 634**	**30 927**	**2,30%**
Actuariel	100%n(PD)	80%	5%	0,56	10 360	11 257	**15 298**	22 609	**23 851**	**31 390**	**2,30%**
Contractuel	100%n(PD)	80%	5%	1,02	12 889	13 504	**18 775**	23 227	**25 796**	**35 497**	**2,60%**

Tableau 55 : Comparatif des SCR en fonction des types de fonds pour une allocation d'actifs dynamique 80%/20% en univers risque neutre

Concernant le $SCR_{Marché}$, les deux SCR prépondérants sont le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{action}.

Le $SCR_{intérêt\ up}$ est plus élevé pour les fonds contractuels que pour les fonds actuariels du fait d'un $BE_{standard}$ plus faible, d'un $A_{c0_{intérêt\ up}}$ égal et d'un $BE_{intérêt\ up}$ équivalent.

Nous avons donc :

$* \ un\ (A_0 - BE_{standard})\ moins\ élevé\ pour\ les\ contrats\ actuariels$

$* \ et\ un\ (A_{c0_i} - BE_i)\ équivalent\ pour\ les\ deux\ types\ de\ fonds$

$\rightarrow\ soit\ un\ SCR_{intérêt\ up}\ plus\ faible\ pour\ les\ contrats\ actuariels$

Le $BE_{standard}$ plus faible pour les fonds contractuels s'explique par les éléments présentés dans le tableau 20 (§ III.1.B.b). En effet, étant dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20%, l'allocation à t=0 est identique pour les deux types de fonds à niveau de garantie au terme égal mais l'allocation évolue sensiblement en fonction du type de fonds.

Les contrats affectant leur PB sur la PD, qu'ils soient actuariels ou contractuels, voient leur allocation en actions augmenter de m*PB en cas de PB trimestrielle positive. Or, le coefficient CPPI m est nécessairement plus élevé pour les contrats contractuels pour obtenir une allocation d'actifs identique à celle des contrats actuariels à t=0 car ils disposent d'une PD plus faible du fait de l'absence d'actualisation de la garantie au terme pour obtenir la PM. Cela signifie qu'à PB équivalente, la part action de l'actif des fonds contractuels va augmenter plus sensiblement. Par ailleurs, cette tendance est également renforcée par une PB plus élevée pour les fonds contractuels du fait du ΔPM nul.

La part plus importante en actions à l'actif pour les fonds contractuels entraîne :

- Une hausse de la quote-part de PB prélevée par l'assureur ;
- Une probabilité de plus-value plus importante qui repousse les rachats au terme.

➔ Les fonds contractuels ont donc un $BE_{standard}$ plus faible que les fonds actuariels.

Cette différence est moins marquée pour les contrats affectant leur PB sur la PM car la seule différence dans la valorisation des actifs est la ΔPM (Cf. tableau 20 (§ III.1.B.b)), qui favorise légèrement l'allocation en obligations – et donc défavorise l'allocation en actions – pour les fonds actuariels.

Le $BE_{intérêt\ up}$ est équivalent pour les deux types de fonds car l'allocation à t=0 étant identique, le choc de hausse d'intérêt a le même impact et la réallocation consécutive au choc laisse très peu de place aux actions dans les deux cas de figure.

Le $\boldsymbol{SCR_{action}}$ est plus élevé pour les fonds contractuels que pour les fonds actuariels du fait d'un $BE_{standard}$ plus faible, d'un $A_{c0_{action}}$ égal et d'un BE_{action} légèrement plus faible.

Nous avons donc :

* $un\ (A_0 - BE_{standard})\ moins\ élevé\ pour\ les\ contrats\ actuariels$

* $et\ un\ (A_{c0_i} - BE_i)\ légèrement\ moins\ élevé\ pour\ les\ fonds\ actuariels$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{action}\ plus\ faible\ pour\ les\ contrats\ actuariels$

Le comportement du SCR_{action} dans le cadre d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% et d'un univers risque neutre s'explique par les mêmes raisons que celui du $SCR_{intérêt\ up}$. En effet, comme vu précédemment, le $BE_{standard}$ est plus faible pour les fonds contractuels que pour les fonds actuariels du fait d'une part action plus importante. Dans le cadre du choc action, l'impact du choc est identique pour les deux types de fonds car leur allocation est identique à t=0. La réallocation consécutive au choc est quasi-identique avec une part action très réduite. Nous observons ensuite un BE_{action} légèrement plus faible pour les fonds contractuels du fait d'une part action plus élevée mais tout de même réduite.

Comme dans le cadre du choc de hausse du taux d'intérêt et pour les mêmes raisons, l'écart entre fonds actuariels et fonds contractuels en choc action est moindre pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

Concernant le SCR_{Vie}, le SCR prépondérant est le $SCR_{Cessation}$.

Le $SCR_{Cessation}$ est légèrement plus élevé pour les fonds contractuels que pour les fonds actuariels du fait d'un $BE_{standard}$ plus faible et d'un $BE_{Cessation}$ légèrement plus faible.

Nous avons donc :

* $(BE_{Cessation} - BE_{standard})$ *moins élevé pour les contrats actuariels*

$\rightarrow$ *soit un* $SCR_{Cessation}$ *plus faible pour les contrats actuariels*

Le choc considéré dans le cadre du choc de cessation est le choc de cessation de masse qui consiste à effectuer la cessation de 40% des contrats à $t = 0^+$. Le comportement du $SCR_{Cessation}$ s'explique alors par les éléments suivants :

- Pour les raisons présentées dans le cadre du choc de hausse d'intérêt, le $BE_{standard}$ des fonds contractuels est plus faible que celui des fonds actuariels.
- Le $BE_{Cessation}$ des fonds contractuels sera plus faible que celui des fonds actuariels mais de façon moins prononcée car seuls 60% des contrats participent à ce $BE_{Cessation}$, les 40% de cessations effectuées à $t = 0^+$ offrant une participation identique au $BE_{Cessation}$, réduisant ainsi l'écart entre fonds contractuels et actuariels.

b. Risque neutre - allocation d'actifs alignée sur le passif

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre, nous constatons que les contrats actuariels présentent, à niveau de garantie égal :

- Un $SCR_{Marché}$: plus élevé que les contrats contractuels (env. +55%) ;
- Un SCR_{Vie} : plus élevé que les contrats contractuels (env. +15%) ;
- Un SCR_{Net} : plus élevé que les contrats contractuels (env. +30%).

Cette différence est moins marquée pour les contrats affectant leur PB sur la PM.

	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR action	Nscr Marché	SCR cessation	Nscr Life	Nbscr	SCR final
	Risque neutre										
Actuariel	100%VL	80%	5%	1	13 242	26 008	**29 214**	31 530	**33 778**	**49 878**	**3,50%**
Contractuel	100%VL	80%	5%	1	13 142	12 984	**18 540**	25 998	**26 861**	**36 252**	**2,70%**
Actuariel	100%PM	80%	5%	1	10 102	18 531	**21 106**	23 412	**26 245**	**37 566**	**2,70%**
Contractuel	100%PM	80%	5%	1	8 305	10 660	**13 517**	22 228	**24 915**	**31 175**	**2,30%**
Actuariel	100%n(PD)	80%	5%	1	12 721	23 959	**27 127**	29 235	**30 466**	**45 577**	**3,20%**
Contractuel	100%n(PD)	80%	5%	1	12 832	12 713	**18 097**	25 617	**26 715**	**35 818**	**2,60%**

Tableau 56 : Comparatif des SCR en fonction des types de fonds pour une allocation d'actifs alignée sur le passif en univers risque neutre

Concernant le $SCR_{Marché}$ les deux SCR prépondérants sont le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{action}.

Le $SCR_{intérêt\ up}$ est équivalent pour les deux types de fonds. Le $BE_{standard}$ est plus élevé pour les fonds contractuels, l'$A_{c0_{intérêt\ up}}$ est plus faible pour les fonds contractuels et les $BE_{intérêt\ up}$ sont équivalents pour les deux types de fonds.

Nous avons donc :

$* \ un\ (A_0 - BE_{standard})\ moins\ élevé\ pour\ les\ fonds\ contractuels$

$* \ et\ un\ (A_{c0_i} - BE_i)\ moins\ élevé\ pour\ les\ fonds\ contractuels$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{intérêt\ up}\ équivalent\ pour\ les\ deux\ types\ de\ fonds$

Le $BE_{standard}$ plus faible pour les fonds actuariels s'explique par les éléments présentés dans le tableau 20 (§ III.1.B.b). En effet, étant dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, l'allocation à t=0 favorise l'allocation en actions pour les fonds actuariels.

Les contrats affectant leur PB sur la PD, qu'ils soient actuariels ou contractuels, voient leur allocation en actions augmenter de la PB qu'elle soit positive ou négative. Dans le cas des fonds actuariels, la PB, lorsqu'elle est positive, a tendance à être plus élevée du fait de la plus forte part d'actions malgré la prise en compte du ΔPM (qui est nul pour les fonds contractuels).

La part plus importante en actions à l'actif pour les fonds actuariels entraîne :

- Une hausse de la quote-part de PB prélevée par l'assureur ;
- Une probabilité de plus-value plus importante qui repousse les rachats au terme.

➔ Les fonds actuariels ont donc un $BE_{standard}$ plus faible que les fonds contractuels.

Cette différence est moins marquée pour les contrats affectant leur PB sur la PM car, dans ce cas de figure, la variation de l'allocation en obligations est plus importante pour les fonds actuariels (Cf. tableau 20 (§ III.1.B.b)), ce qui permet de réduire la part relative en actions et d'obtenir un $BE_{standard}$ à peine moins élevé que pour les fonds contractuels.

Le $BE_{intérêt\ up}$ est comparable pour les deux types de fonds car, si le $A_{c0_{intérêt\ up}}$ est plus faible dans le cadre des fonds contractuels du fait de leur plus forte proportion en obligations, les fonds actuariels sont pénalisés par une plus forte proportion en actions suite au choc d'intérêt à la hausse et à la réallocation.

Le SCR_{action} est plus élevé pour les fonds actuariels que pour les fonds contractuels du fait d'un $BE_{standard}$ plus faible, d'un $A_{c0_{action}}$ plus faible pour les fonds actuariels et d'un BE_{action} environ proportionnel à l'$A_{c0_{action}}$ pour les deux types de fonds.

Nous avons donc :

* $un\ (A_0 - BE_{standard})\ plus\ élevé\ pour\ les\ contrats\ actuariels$;

* $un\ (A_{c0_i} - BE_i)\ équivalent\ pour\ les\ deux\ types\ de\ fonds$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{action}\ plus\ élevé\ pour\ les\ contrats\ actuariels.$

Le comportement du SCR_{action} dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif et d'un univers risque neutre s'explique par les raisons suivantes Dans le cadre du $SCR_{intérêt\ up}$, nous avons vu les raisons pour lesquelles le $BE_{standard}$ était plus faible pour les fonds actuariels. Dans le cadre du choc action, l'impact du choc est logiquement plus important pour les fonds actuariels. La réallocation consécutive au choc va amener à une allocation réduite en actions mais tout de même un peu plus importante pour les fonds actuariels. Nous observons alors un BE_{action} relativement plus important pour les fonds contractuels, aboutissant à une différence $(A_{c0_{action}} - BE_{action})$ équivalente pour les deux types de fonds.

Dans le cas des contrats affectant leur PB sur la PM, nous observons un $BE_{standard}$ plus élevé et un BE_{action} relativement encore plus élevé, aboutissant à un SCR_{action} plus faible.

Concernant le SCR_{Vie}, le SCR prépondérant est le $SCR_{Cessation}$.

Le $SCR_{Cessation}$ est légèrement plus élevé pour les fonds actuariels que pour les fonds contractuels du fait d'un $BE_{standard}$ plus faible et d'un $BE_{Cessation}$ légèrement plus faible.

Nous avons donc :

* $(BE_{Cessation} - BE_{standard})\ plus\ élevé\ pour\ les\ contrats\ actuariels$

$\rightarrow soit\ un\ SCR_{Cessation}\ plus\ élevé\ pour\ les\ contrats\ actuariels$

Le choc considéré dans le cadre du choc de cessation est le choc de cessation de masse qui consiste à effectuer la cessation de 40% des contrats à $t = 0^+$. Le comportement du $SCR_{Cessation}$ s'explique alors par les éléments suivants :

- Pour les raisons présentées dans le cadre du choc de hausse d'intérêt, le $BE_{standard}$ des fonds actuariels est plus faible que celui des fonds actuariels ;

- Le $BE_{Cessation}$ des fonds actuariels sera plus faible que celui des fonds contractuels mais de façon moins prononcée car seuls 60% des contrats participent à ce $BE_{Cessation}$, les 40% de cessation effectuées à $t = 0^+$ offrant une participation identique au $BE_{Cessation}$, réduisant ainsi l'écart entre fonds contractuels et actuariels.

c. Rendement action historique - allocation d'actifs alignée sur le passif

Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique, nous constatons que les contrats actuariels présentent, à niveau de garantie égal, :

- Un $SCR_{Marché}$: plus élevé que les contrats contractuels (+60% en moyenne) ;
- Un SCR_{Vie} : plus élevé que les contrats contractuels (+15% en moyenne) ;
- Un SCR_{Net} : plus élevé que les contrats contractuels (+25% en moyenne).

	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR action	Nscr Marché	SCR rachat	Nscr Life	Nbscr	SCR final
	Rdt historique										
Actuariel	100%VL	80%	5%	1	5 216	11 832	**12 931**	15 389	**17 445**	**24 173**	**1,80%**
Contractuel	100%VL	80%	5%	1	4 781	5 012	**6 927**	16 422	**17 526**	**20 392**	**1,60%**
Actuariel	100%PM	80%	5%	1	3 436	8 728	**9 407**	14 122	**16 268**	**20 728**	**1,60%**
Contractuel	100%PM	80%	5%	1	7 817	1 942	**8 054**	11 558	**13 905**	**17 726**	**1,40%**
Actuariel	100%n(PD)	80%	5%	1	4 863	12 379	**13 300**	16 888	**20 089**	**26 722**	**2,00%**
Contractuel	100%n(PD)	80%	5%	1	5 251	4 985	**7 240**	14 333	**15 511**	**18 685**	**1,50%**

Tableau 57 : Comparatif des SCR en fonction des types de fonds pour une allocation d'actifs alignée sur le passif en rendement action historique

Nous observons ici les mêmes tendances que dans le paragraphe b mais avec des SCR plus faibles. Ces SCR plus faibles s'expliquent par un $BE_{standard}$ plus élevé qu'en univers risque neutre et des BE_i plus élevés qu'en univers risque neutre mais de façon moins marquée que le $BE_{standard}$.

Nous avons donc :

$* \; un \; (A_0 - BE_{standard}) \; moins \; élevé \; qu'en \; univers \; risque \; neutre$

$* \;$ et $un \; (A_{c0_i} - BE_i) \; légèrement \; moins \; élevé \; qu'en \; univers \; risque \; neutre$

$\rightarrow \; soit \; un \; SCR_i \; plus \; faible \; qu'en \; univers \; risque \; neutre$

Le $BE_{standard}$ est plus élevé qu'en univers risque neutre du fait d'un meilleur rendement action et donc d'un meilleur rendement global. Ceci est d'autant plus vrai pour les contrats actuariels dont la part action est plus importante.

Le $BE_{intérêt\ up}$ est plus élevé qu'en univers risque neutre mais de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ car suite au choc de taux d'intérêt à la hausse et à la réallocation, la part en actions à l'actif est plus faible qu'en scénario standard, notamment pour les fonds contractuels.

Le BE_{action} est plus élevé qu'en univers risque neutre mais de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ car suite au choc action et à la réallocation, la part en actions à l'actif est plus faible qu'en scénario standard, notamment pour les fonds contractuels.

Le $BE_{Cessation}$ est plus élevé qu'en univers risque neutre mais de façon moins prononcée que le $BE_{standard}$ car suite au choc de cessation de masse, seuls 60% des contrats vont participer au $BE_{Cessation}$.

D. Impact du type d'allocation d'actifs

a. Risque neutre – contrat à fonds actuariel

La comparaison de fonds actuariels ayant la même garantie au terme et la même clause de PB mais une allocation d'actifs différente présentent des SCR très différenciés. En effet, les contrats disposant d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, notamment lorsque la garantie au terme est faible, présentent :

- un $SCR_{Marché}$ plus élevé que les contrats disposant d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% (+315% en moyenne pour un niveau de garantie au terme de 60%) ;
- un SCR_{Vie} plus élevé que les contrats disposant d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% (+80% en moyenne pour un niveau de garantie au terme de 60%) ;
- Un SCR_{Net} plus élevé que les contrats disposant d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% (+150% en moyenne pour un niveau de garantie au terme de 60%).

Comme vu précédemment, les SCR sont plus faibles pour les contrats affectant leur PB sur la PM mais le rapport des SCR entre les deux allocations d'actifs est du même ordre de grandeur que pour les contrats affectant leur PB sur la PD.

	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR action	Nscr Marché	SCR cessation	Nscr Life	Nbscr	SCR final
	Risque neutre										
Actuariel	100%VL	60%	5%	1	10 566	43 219	**44 492**	40 145	**41 982**	**68 381**	**4,60%**
Actuariel	100%VL	60%	5%	0,39	8 058	5 749	**9 898**	21 658	**22 687**	**26 925**	**2,00%**
Actuariel	100%PM	60%	5%	1	12 310	32 507	**35 514**	28 987	**31 704**	**53 191**	**3,70%**
Actuariel	100%PM	60%	5%	0,39	5 934	6 327	**8 674**	16 892	**16 892**	**20 829**	**1,60%**
Actuariel	100%n(PD)	60%	5%	1	10 352	42 482	**44 190**	40 016	**42 913**	**68 865**	**4,70%**
Actuariel	100%n(PD)	60%	5%	0,39	8 834	7 100	**11 333**	22 497	**24 566**	**29 515**	**2,20%**

Tableau 58 : Comparatif des SCR en fonction des types d'allocation d'actifs pour des contrats actuariels en univers risque neutre

Le $SCR_{intérêt\ up}$ est un peu plus important pour les allocations d'actifs alignées sur le passif. Ces SCR plus élevés s'expliquent par un $BE_{standard}$ plus faible que dans le cadre des allocations dynamiques 80%/20% (car plus d'actif risqué) et des $BE_{intérêt\ up}$ plus faibles que dans le cadre des allocations dynamiques 80%/20% mais de façon légèrement moins marquée que pour le $BE_{standard}$ car suite au choc à la hausse du taux d'intérêt et à la réallocation, l'impact de la part d'actif risqué sur le $BE_{intérêt\ up}$ est moindre.

Nous avons donc :

$* \ un\ (A_0 - BE_{standard})\ plus\ élevé\ pour\ l'allocation\ d'actifs\ alignée\ sur\ le\ passif$;

$* \ et\ un\ (A_{c0_i} - BE_i)\ en\ dimution\ moindre\ par\ rapport\ à\ (A_0 - BE_{standard})$

$pour\ cette\ même\ allocation.$

$\rightarrow Nous\ obtenons\ tout\ de\ même\ un\ SCR_{intérêt\ up}\ plus\ élevé\ pour\ l'allocation\ d'actifs\ alignée$

$sur\ le\ passif\ du\ fait\ d'une\ différence\ (A_{0\blacksquare} - BE_{standard})\ plus\ importante.$

Concernant les contrats affectant leur PB sur la PM, nous constatons que le $SCR_{intérêt\ up}$ est légèrement plus élevé pour les contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif. Ceci est dû au fait que le $BE_{intérêt\ up}$ est encore relativement plus important par rapport au $BE_{standard}$ que dans les contrats à affectation de PB car la baisse de la part action due au choc est renforcée par la PB sur la PM.

Par contre, le $SCR_{intérêt\ up}$ est un peu plus faible pour les contrats à allocation dynamique 80%/20% lorsqu'ils affectent leur PB sur la PM. Ceci est lié au fait que, pour ce type d'allocation, la part d'actif risqué étant déjà limitée dans le cadre du choc à la hausse du taux d'intérêt pour les contrats affectant la PB sur la PD, l'impact complémentaire sur le $BE_{intérêt\ up}$ de l'affectation de la PB sur la PM est faible. Or, la différence $(A_0 - BE_{standard})$ est réduite du fait d'un $BE_{standard}$ plus élevé en affectant la PB sur la PM. Nous obtenons donc un $SCR_{intérêt\ up}$ plus faible.

Le $\boldsymbol{SCR_{action}}$ est beaucoup plus important pour les allocations d'actifs alignées sur le passif. Ces SCR plus élevés s'expliquent par un $BE_{standard}$ plus faible que dans le cadre des allocations dynamiques 80%/20% (car plus d'actif risqué) et des BE_{action} plus faibles que dans le cadre des allocations dynamiques 80%/20% mais de façon moins marquée que pour le $BE_{standard}$ car suite au choc action et à la réallocation, l'impact de la part d'actif risqué sur le BE_{action} est moindre.

Nous avons donc :

$*$ *un* $(A_0 - BE_{standard})$ *plus élevé pour l'allocation d'actifs alignée sur le passif* ;

$*$ *et un* $(A_{c0_i} - BE_i)$ *en dimution beaucoup plus marquée par rapport à*

$(A_0 - BE_{standard})$ *pour cette même allocation*

$\rightarrow$ *Nous obtenons un* SCR_{action} *plus élevé pour l'allocation d'actifs alignée sur le passif.*

Concernant les contrats affectant leur PB sur la PM, nous constatons que le SCR_{action} , dans le cadre des contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif, est plus faible. Ceci est dû au fait que le $BE_{standard}$ est plus élevé et que la différence $(A_0 - BE_{standard})$ est donc plus faible.

Compte tenu des éléments ci-dessus, le $\boldsymbol{SCR_{Marché}}$ est beaucoup plus important, à niveau de garantie au terme équivalent, pour les allocations d'actifs alignées sur le passif. Ce coût du risque de marché plus important s'explique par une part en actif risqué plus importante.

Le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ est déterminé via le choc de cessation de masse qui se traduit par la cessation de 40% des contrats à $t = 0^+$. Ce $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ est plus important pour les contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif que pour les contrats à allocation dynamique 80%/20%.
Nous avons : $\boldsymbol{SCR_{Cessation} = BE_{Cessation} - BE_{standard}}$.

Le $\boldsymbol{BE_{standard}}$ est plus faible pour les contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif du fait d'une part en actif risqué plus importante. L'impact des 40% de cessation à $t = 0^+$, qui ont tendance à « lisser » le BE, est plus significatif pour les contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif.

➔ $\boldsymbol{BE_{Cessation} - BE_{standard}}$ et donc le $\boldsymbol{SCR_{Cessation}}$ est donc logiquement plus important pour les contrats à allocation d'actifs alignée sur le passif.

Compte tenu des éléments ci-dessus, le $\boldsymbol{SCR_{Vie}}$ est plus important, à niveau de garantie au terme équivalent, pour les allocations d'actifs alignées sur le passif. Ce coût du risque Vie plus important s'explique par une part en actif risqué plus importante.

b. Risque neutre – contrat à fonds contractuel

La comparaison de fonds contractuels ayant la même garantie au terme et la même clause de PB mais une allocation d'actifs différente présentent des SCR très différenciés. En effet, les contrats disposant d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, notamment lorsque la garantie au terme est faible, présentent :

- un $\boldsymbol{SCR_{Marché}}$ plus élevé que les contrats disposant d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% (+135% en moyenne pour un niveau de garantie au terme de 60%) ;
- un $\boldsymbol{SCR_{Vie}}$ plus élevé que les contrats disposant d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% (+60% en moyenne pour un niveau de garantie au terme de 60%) ;
- Un $\boldsymbol{SCR_{Net}}$ plus élevé que les contrats disposant d'une allocation d'actifs dynamique 80%/20% (+80% en moyenne pour un niveau de garantie au terme de 60%).

Comme vu précédemment, les SCR sont plus faibles pour les contrats affectant leur PB sur la PM mais le rapport des SCR entre les deux allocations d'actifs est du même ordre de grandeur que pour les contrats affectant leur PB sur la PD.

	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR action	Nscr Marché	SCR cessation	Nscr Life	Nbscr	SCR final
	Risque neutre										
Contractuel	100%VL	60%	5%	1	9 779	31 335	**32 950**	35 261	**38 705**	**56 758**	**4,00%**
Contractuel	100%VL	60%	5%	0,51	8 225	10 049	**13 084**	22 038	**24 297**	**30 340**	**2,30%**
Contractuel	100%PM	60%	5%	1	5 701	26 507	**27 445**	31 983	**35 641**	**50 126**	**3,50%**
Contractuel	100%PM	60%	5%	0,51	10 367	8 522	**13 742**	21 214	**22 923**	**29 527**	**2,20%**
Contractuel	100%n(PD)	60%	5%	1	9 546	30 084	**31 614**	34 445	**36 365**	**53 821**	**3,80%**
Contractuel	100%n(PD)	60%	5%	0,51	8 517	9 031	**12 423**	21 820	**22 869**	**28 625**	**2,10%**

Tableau 59: Comparatif des SCR en fonction des types d'allocation d'actifs pour des contrats contractuels en univers risque neutre

Les observations et explications relatives aux fonds actuariels du paragraphe précédent (III.2.D.b) s'appliquent également aux fonds contractuels. Les SCR observés dans le cadre des fonds contractuels sont néanmoins moins élevés dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif alors qu'ils sont plus élevés pour une allocation dynamique 80%/20%.

Dans le cadre d'une allocation alignée sur le passif, ceci s'explique par le fait qu'un contrat s'appuyant sur un fonds contractuel ayant moins de PD, donnera lieu à une possession d'actif risqué moindre et donc un $BE_{standard}$ plus élevé (car moins de quote-part de PB et des rachats moins tardifs), soit un $(A_0 - BE_{standard})$ plus faible, donnant lieu à un SCR également plus faible.
Dans le cadre d'une allocation dynamique 80%/20%, le fonds contractuel voit sa part d'actif risqué augmenter légèrement plus que dans le cas d'un fonds actuariel. En effet, si l'allocation initiale est identique dans les deux cas, la PB considérée dans le cas d'un fonds contractuel est un peu plus importante car la variation actuarielle de PM est nulle. La part en actif risqué va donc être plus importante pour le fonds contractuel et donc un $BE_{standard}$ plus faible (car plus de quote-part de PB et des rachats plus tardifs), soit un $(A_0 - BE_{standard})$ plus élevé, donnant lieu à un SCR également plus important que pour les fonds actuariels.

III.3 De l'Eurodiversifié à l'Eurocroissance : modélisation

A. Résultats observés en termes de décès et rachat

Nous constatons que, dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif et d'une garantie au terme égale, le contrat Eurocroissance donne lieu à moins de rachats avant terme que le contrat actuariel et donc légèrement plus de décès et plus de rachats au terme.

Cas étudié : Rendement action historique				Nbre de décès	Nbre de rachats avant terme	Nbre de rachats au terme
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)			
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Eurocroissance	100%VL	100%	1	8,31	38,39	53,30
Actuariel	100%VL	100%	1	8,28	38,58	53,14

Tableau 60: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié actuariel des volumétries observées des décès, rachats totaux avant et au terme en rendement actions historique et allocation d'actifs alignée sur le passif

Ces observations peuvent s'expliquer par le calcul même de la PM. En effet, nous avons :

$$PM_{Eurocroissance} = \frac{Garantie\ au\ terme}{(1+90\%\ TEC)^{Durée\ résiduelle}}$$

$$PM_{Contrat\ actuariel} = \frac{Garantie\ au\ terme}{(1+75\%\ TME)^{Durée\ résiduelle^*}} \quad * \text{ Durée inférieure à 8 ans}$$

En considérant que le TEC et le TME ont des valeurs équivalentes, nous avons, pour une durée résiduelle égale, $PM_{Contrat\ actuariel} > PM_{Eurocroissance}$. Dans le cadre d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, cela signifie que la part en actif non risqué est plus faible pour un contrat Eurocroissance et la part en actif risqué est donc plus importante.

Comme déjà vu précédemment, une part en actif risqué plus importante engendre une probabilité plus élevée que le contrat soit en moins-value, du fait d'une quote-part de PB prélevée plus importante (Cf. paragraphe D ci-après) et d'une volatilité plus élevée de l'actif.

La probabilité de cessation diminuant si le contrat est en situation de moins-value, le contrat Eurocroissance donnera donc effectivement lieu à moins de cessations avant terme et donc plus de cessations au terme.

B. Résultats observés en termes de rendement

Cas étudié : Rendement action historique				Valorisation par contrat						
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	PM 0	PMfin	PD 0	PDfin	Total 0	Total fin	% évol / an
Allocation à l'actif alignée sur le passif										
Eurocroissance	100%VL	100%	1	7522	10000	2478	2228	10000	12228	**2,03%**
Actuariel	100%VL	100%	1	7957	10000	2043	2314	10000	12314	**2,10%**

Tableau 61: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié actuariel du rendement annualisé en allocation d'actifs alignée sur le passif et en rendement action historique

La part plus importante en actif risqué de l'Eurocroissance induit une volatilité plus élevée de l'actif et donc une PB - correspondant au solde créditeur du compte de PB – plus importante. Cela ne signifie pas que le rendement de l'actif est meilleur car lorsque le solde du compte de PB est débiteur, il est également plus largement débiteur dans le cadre de l'Eurocroissance.
Cette PB plus importante s'accompagne d'un prélèvement au titre de la quote-part assureur plus important. Ce prélèvement vient diminuer le rendement du contrat Eurocroissance.

C. Apports de fonds propres en cas de sous-couverture

Cas étudié : Rendement action historique				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats	
Type de fonds	Clause PB	Garantie au terme	m(CPPI)	Fonds propres apportés	délai avant 1er apport sur 2000 scén.
Allocation à l'actif alignée sur le passif					
Eurocroissance	100%VL	100%	1	3,14	8,33 ans
Actuariel	100%VL	100%	1	1,84	7 ans

Tableau 62: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié actuariel de l'apport en fonds propres en allocation d'actifs alignée sur le passif et en rendement action historique

Comme précisé dans les paragraphes A et B ci-dessus, la part en actif risqué est plus importante dans le cadre de l'Eurocroissance, engendrant une plus grande volatilité de la valorisation du canton. Par ailleurs, l'Eurocroissance disposant initialement de moins de PM que le contrat actuariel du fait de l'actualisation plus importante, le ΔPM est en moyenne légèrement plus élevé pour l'Eurocroissance. Ces deux éléments entraînent un risque de sous-couverture plus important et nécessitent donc en moyenne un apport de fonds propres plus élevé. Celui-ci reste néanmoins très limité du fait de la gestion en CPPI de l'actif.

D. Prélèvements de l'assureur

Frais de gestion :

Cas étudié				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**Frais de gestion**
Allocation à l'actif alignée sur le passif - Rendement historique				
Eurocroissance	100%VL	100%	1	81152
Actuariel	100%VL	100%	1	81330

Tableau 63: Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel du cumul des frais de gestion prélevés durant les 10 ans, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif

Les frais de gestion de 1% par an sont prélevés mensuellement et sont basés sur la valorisation mensuelle du canton. L'Eurocroissance propose un rendement légèrement moindre que le contrat actuariel (Cf. §B précédent) et, malgré le fait qu'un plus grand nombre de contrats restent en vigueur jusqu'au terme (Cf. §A précédent), cela se traduit par un montant de frais de gestion cumulés moindre pour l'Eurocroissance.

Quote-part de PB de l'assureur :

Cas étudié				Valorisation sur 10 ans pour 100 contrats
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**Quote-part de PB**
Allocation à l'actif alignée sur le passif - Rendement historique				
Eurocroissance	100%VL	100%	1	29582
Actuariel	100%VL	100%	1	27573

Tableau 64 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel du cumul des quote-parts de PB prélevés durant les 10 ans, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif

La part plus importante en actif risqué de l'Eurocroissance induit une volatilité plus élevée de l'actif et donc une PB - correspondant au solde créditeur du compte de PB – plus importante. Cette PB plus importante s'accompagne d'un prélèvement au titre de la quote-part assureur plus important pour l'Eurocroissance.

E. Comparaison du SCR de l'Eurocroissance et d'un contrat actuariel

Dans le cadre d'un rendement action historique, d'une allocation d'actifs alignée sur le passif, à clause de PB identique et à niveau de garantie au terme identique, nous constatons que le SCR est plus élevé pour le contrat Eurocroissance.

Cas étudié : Rendement historique				Eléments Solvabilité II		
Type de fonds	**Clause PB**	**Garantie au terme**	**m(CPPI)**	**SCRfinal**	**SCRauto**	**SCRactionnaire**
Allocation à l'actif alignée sur le passif						
Eurocroissance	100%VL	100%	1	**1,9%**	3,2%	-1,3%
Actuariel	100%VL	100%	1	**1,5%**	3,1%	-1,6%

Tableau 65 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif

F. Comparaison du calcul détaillé du SCR de l'Eurocroissance et d'un contrat actuariel

a. SCR Marché

Les principales composantes du $SCR_{Marché}$ sont le $SCR_{intérêt\ up}$ et le SCR_{Action}. Nous constatons que ces deux composantes sont plus élevées pour les contrats Eurocroissance que pour les contrats Eurodiversifiés actuariels.

Type de fonds	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR intérêt up	SCR intérêt down	SCR action	SCR spread	Nscr Marché
Rendem. action hist.									
Eurocroissance	100%VL	100%	5%	1	9 999	-	8 056	-	**12 840**
Actuariel	100%VL	100%	5%	1	7 449	-	5 387	-	**9 193**

Tableau 66 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR marchés, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif

Compte tenu de la formule de calcul du $SCR_{intérêt\ up}$ et du SCR_{Action}, nous avons donc :

$* \ un\ (A_0 - BE_{standard})\ plus\ élevé\ pour\ Eurocroissance\ car\ BE_{standard}\ plus\ faible$;

$*$ *et un* $\left(A_{c0_i} - BE_{ci}\right)$ *équivalent pour les 2 types de contrats.*

$\rightarrow$ *Nous obtenons un* $SCR_{intérêt\ up}$ *et un* SCR_{action} *plus élevés pour le contrat Eurocroissance.*

En effet, comme vu dans les paragraphes précédents, le $BE_{standard}$ des contrats Eurocroissance est plus faible du fait d'une part d'actif risqué plus importante à l'actif, ce qui favorise le prélèvement d'une quote-part assureur plus élevée.

Les différences $\left(A_{c0_{intérêt\ up}} - BE_{intérêt\ up}\right)$ et $\left(A_{c0_{action}} - BE_{action}\right)$ sont équivalentes pour les contrats Eurocroissance et pour les contrats Eurodiversifiés actuariels.

En effet, le choc à la hausse des taux d'intérêt a un impact plus fort sur les contrats Eurodiversifiés actuariels à $t = 0^+$ mais la réallocation suite au choc laisse une place minime à l'actif risqué et propose donc un $BE_{intérêt\ up}$ évoluant dans les mêmes proportions par rapport à leur $A_{c0_{intérêt\ up}}$, ce qui donne un $\left(A_{c0_{intérêt\ up}} - BE_{intérêt\ up}\right)$ équivalent et un $SCR_{intérêt\ up}$ plus élevé pour les contrats Eurocroissance.

Il en est de même pour le choc action qui a un impact plus fort sur les contrats Eurocroissance à $t = 0^+$ mais la réallocation suite au choc laisse une place minime à l'actif risqué et propose donc un BE_{action} évoluant dans les mêmes proportions par rapport à leur $A_{c0_{action}}$, ce qui donne un $\left(A_{c0_{action}} - BE_{action}\right)$ équivalent et un SCR_{action} plus élevé pour les contrats Eurocroissance.

Le Risque Marché apparaît donc plus élevé pour les contrats Eurocroissance.

b. SCR Vie

La principale composante du SCR_{Vie} est le $SCR_{Cessation}$. Nous constatons que cette composante est plus élevée pour les contrats Eurocroissance que pour les contrats Eurodiversifiés actuariels.

Type de fonds	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	SCR mortalité	SCR rachat	SCR dépenses	SCR catastr.	Nscr Life	Nbscr
Rendem. action hist.										
Eurocroissance	100%VL	100%	5%	1	798	18 384	1 379	-	19 142	25 577
Actuariel	100%VL	100%	5%	1	148	13 129	1 857	-	14 155	18 707

Tableau 67 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR vie sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif

Comme pour les autres cas étudiés dans ce mémoire, le choc de cessation retenu dans le cadre du calcul du $SCR_{Cessation}$ est le choc de cessation de masse. L'application d'un choc se traduisant par la cessation à $t = 0^+$de 40% des contrats a tendance à « lisser » les $BE_{Cessation}$. Ainsi, si les contrats Eurocroissance présentent un $BE_{Standard}$ plus faible que les contrats Eurodiversifiés actuariels du fait d'une plus forte proportion d'actif risqué en représentation du passif, ce principe sera moins vérifié pour le $BE_{Cessation}$ du fait d'une composante de 40% égale dans les deux cas de figure.

→ $(BE_{Cessation} - BE_{standard})$ *plus élevé pour les contrats Eurocroissance.*

c. SCR

Compte tenu des $SCR_{Marché}$ et SCR_{Vie} plus importants pour les contrats Eurocroissance que pour les contrats Eurodiversifiés actuariels, le SCR apparaît également plus important pour les contrats Eurocroissance.

Type de fonds	Type de PB	Garantie au terme	Quote Part PB ass.	m (CPPI)	BSCR Marché	BSCR Vie	BSCR	Adj	SCRop	Risk Margin	SCR final	SCR final
Rendem. action hist.												
Eurocroissance	100%VL	100%	5%	1	58 552	45 223	82 447	- 66 364	3 192	9 414	19 275	1,90%
Actuariel	100%VL	100%	5%	1	26 905	44 459	57 433	- 46 077	3 570	7 354	14 925	1,50%

Tableau 68 : Comparatif Eurocroissance / Eurodiversifié Actuariel des SCR sur l'ensemble des contrats du portefeuille, en rendement action historique, pour une allocation d'actifs alignée sur le passif

On notera une capacité de prise en compte des pertes futures, se traduisant par la réduction des impôts différés à payer et par la réduction de la PB future à distribuer aux assurés, plus importante pour les contrats Eurocroissance. Cette capacité s'explique par une part plus importante de PD qui offre une contrainte moindre quant à la distribution de PB.

Conclusion

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons étudié l'impact de différents paramètres sur le comportement financier et sur le SCR de l'Eurodiversifié. En considérant un investissement dans les mêmes conditions de taux et de VL ainsi qu'une date de terme identique pour tous les assurés du portefeuille, nous avons voulu nous affranchir des effets de ces données sur le comportement des contrats Eurodiversifiés pour nous concentrer sur :

- les paramètres produits à la main de l'assuré : niveau de garantie au terme, types de fonds ;
- les paramètres à la main de l'assureur : clause de PB, frais prélevés et allocation d'actifs.

Notre étude permet de mettre en lumière des éléments déterminants dans le choix de ces paramètres mais également dans l'utilisation du CPPI.

Dans le cas de contrats à maturité fixée comme dans notre étude, l'assuré a le choix du niveau de garantie au terme et du type de fonds défini contractuellement sur lequel il souhaite investir. Dans l'optique d'un placement sécurisé, l'assuré aura intérêt à choisir un niveau de garantie au terme élevé. Dans l'optique d'un rendement plus élevé, il devra choisir un niveau de garantie au terme plus faible mais sera alors dépendant, bien sûr, des bonnes performances des marchés financiers mais également du choix de l'assureur concernant l'allocation d'actifs et le prélèvement de sa quote-part de PB. En effet, le choix par l'assureur d'une allocation d'actifs avec une proportion élevée d'actifs risqués et le prélèvement effectif d'une proportion de la PB amène à une diminution du rendement du support Eurodiversifié lorsque le niveau de garantie au terme diminue, notamment en cas de performance modérée des marchés financiers.

Du point de vue de l'assureur, notre étude montre l'importance de l'utilisation du CPPI vis-à-vis de la situation de sous-couverture. En effet, une adaptation de l'allocation d'actifs au regard de la composition du passif permet de limiter le risque de voir la valorisation du canton devenir inférieure à la PM. Ce ne serait pas le cas pour une répartition actifs risqués / actifs non risqués fixe et indépendante de la composition des provisions au passif.

Concernant les contraintes Solvabilité II, cette stratégie de coussin est à utiliser avec un multiplicateur faible. L'utilisation d'un multiplicateur trop élevé accroît significativement le coût du risque Action, notamment en cas de niveau de garantie au terme faible. Les risques Taux et Cessation sont également supérieurs dans ce cas de figure.

Cette étude montre également que la prise en considération d'un rendement action plus élevé, basé par exemple sur une moyenne historique, limite le SCR. Ce point souligne le fait qu'une hypothèse de rendement action faible engendre un SCR plus élevé.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes intéressés aux contrats Eurodiversifiés car le contexte de baisse des taux relançait l'intérêt des assureurs pour les solutions alternatives aux supports en euros. Les produits Eurocroissance ont fait leur apparition au cours de notre étude (avril 2013) et ont fait l'objet de textes réglementaires jusqu'en septembre 2014. Notre mémoire montre que ces contrats présentent des caractéristiques très proches des contrats Eurodiversifiés actuariels, nécessitant juste une mobilisation de fonds propres un peu plus importante du fait d'une proportion d'actifs risqués plus élevée, s'expliquant par l'utilisation d'un taux d'actualisation plus élevé dans le calcul de la PM.

Néanmoins, comme indiqué en préambule de ce mémoire, notre étude présente certaines limites. En effet, elle constitue une base de réflexion très théorique. Par exemple, jamais un assureur ne définira sa clause de PB comme affectant 100% de cette PB sur la PM. Par ailleurs, un portefeuille ne sera jamais composé que de contrats investis simultanément pour une durée égale. La représentation de l'actif est également extrêmement simplifiée car uniquement composée de deux actifs, un risqué et l'autre non.

Les impacts de chaque paramètre présentés dans notre étude permettent néanmoins d'appréhender l'évolution du comportement financier et du SCR en fonction des choix de l'assuré et, surtout, de l'assureur.

Enfin, même si nous avons décidé de ne traiter que des aspects financiers des produits donnant lieu à constitution de provision de diversification, les contraintes pour l'assureur sont à ne pas négliger :

- Le fonctionnement même du produit nécessite des évolutions lourdes du système d'informations ;
- Les équipes de gestion seront sollicitées dans le cadre du lancement de ce nouveau produit afin de gérer les cas particuliers en procédure manuelle. Ces équipes devront au préalable être formées.
- Les équipes financières seront également largement sollicitées car elles devront adapter les investissements à l'actif à la composition du passif, effectuer la valorisation en valeur de marché à chaque arrêté et subiront une activité très importante si le principe de transfert de richesse lors des arbitrages du support en euros vers l'Eurocroissance devient effectif.

Bibliographie

Mémoires

- Allag L., *Modélisation et allocation stratégique d'actifs dans le cadre du référentiel Solvabilité 2*, Mémoire ISFA 2008.
- Cohen A., *L'eurodiversifié : Le comprendre pour apprécier ses perspectives de développement,* Thèse Professionnelle MBA ENASS 2005
- Djengue M., *Modélisation et rentabilité d'un produit d'épargne retraite collective,* Mémoire Université Paris Dauphine 2011.
- Moire T., *Engagements en cas de vie sur supports à capital variable & contrat diversifié,* CNAM, 2008.
- Cheminais P., Dumontroty, H. *Les contrats diversifiés,* CEA, 2005.
- De Cubber M., *Rentabilité et tarification sous Solvabilité II : vers une évolution de l'offre produit,* CEA, 2011.
- Guillotin G., *Analyse des contrats d'assurance vie diversifiés au regard de la Directive Solvabilité 2,* Mémoire Université Paris Dauphine 2011.
- Mazurie A., *Eurodiversifié : allocation stratégique d'actifs sous Solvabilité II,* Mémoire Université Paris Dauphine 2011.
- Hazaël-Massieux P., Étude des leviers d'optimisation du besoin en capital et de la rentabilité des contrats en euro diversifié sous Solvabilité 1 et 2. Application aux contrats Euro-Croissance, Mémoire EURIA 2013

Ouvrages

- Hull J., *Options, Futures, and Other Derivatives*, Prentice Hall, 8 edition, 2011.
- Planchet F., Thérond P., Kaméga, A., Scénarios économiques en assurance – Modélisation et simulation, éd. Economica, 2009.
- Planchet F., Thérond P., Modèles financiers en assurance, éd. Economica, 2005.

Documents

- Berger K. et Lefebvre D., *Rapport au premier ministre : Dynamiser l'épargne financière des ménages pour financer l'investissement et la compétitivité,* 2013.
- Commission européenne : Acte délégué de Solvabilité II, 10 octobre 2014.
- ACPR *: Orientations Nationales Complémentaires aux Spécifications Techniques pour l'exercice 2013 de préparation à Solvabilité II, 2013.*
- ACPR *: Exercice 2013 de préparation à Solvabilité II - Notice complémentaire sur le traitement des fonds cantonnés, 2013.*