Mémoire présenté devant l'Université de Paris-Dauphine pour l'obtention du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine et l'admission à l'Institut des Actuaires

le 8 avril 2021

Par : Arthur PELLÉ
Titre : Impact des mesures sur les taux d'intérêts de la revoyure Solvabilité II dans le cadre d'un portefeuille épargne

Confidentialité : ☑ Non ☐ Oui (Durée : ☐ 1 an ☐ 2 ans)

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

Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires :

Entreprise :
Nom : Optimind
Signature :

Membres présents du Jury du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine :

Directeur de Mémoire en entreprise :
Nom : Linda MBAKOP
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)

Secrétariat :

Signature du responsable entreprise

Bibliothèque :

Signature du candidat

Résumé

Le processus de mise en place de Solvabilité II avait prévu deux revoyures afin de prendre en compte les premières années d'expérience et les évolutions de marché. Le 15 octobre 2019, l'EIOPA a émis un avis technique sur les points que doit aborder la deuxième revoyure. Deux des principales propositions sont le changement de structure de la courbe des taux sans risque et la calibration des scénarios choqués, l'étude de ces propositions est l'objet de ce mémoire.

Après une présentation du contexte réglementaire de Solvabilité II et une description globale de la deuxième revoyure, ce mémoire analyse l'impact du changement de LLP et de la méthode par translation relative sur la solvabilité d'un assureur vie moyen. Le LLP est la dernière année pour laquelle les données de marché sont prises en compte, actuellement paramétré à 20 ans, l'EIOPA propose un décalage à 30 ans.

L'analyse des impacts est possible grâce aux scénarios économiques ainsi qu'un modèle de gestion actif-passif. Pour cela quatre jeux de scénarios économiques sont générés afin de prendre en compte l'impact isolé et combiné des deux mesures.

La répartition des encours entre euros et UC ainsi que l'introduction de produits à TMG 0% brut de frais ont été analysées en réaction à la perte de solvabilité engendrée par les mesures. Enfin la gestion de l'écart de duration entre actif et passif du portefeuille initial a fait l'objet d'une étude afin d'estimer son bénéfice dans le cadre de la hausse du SCR de taux.

Ces études ont été réalisées avant l'avis définitif de l'EIOPA, publié le 17 décembre 2020, qui préconise un changement de la méthode d'extrapolation de la courbe des taux contrairement au changement de LLP étudié dans ce mémoire.

Mots-clés : Solvabilité II, Courbe des taux sans risque, Revoyure, Assurance vie, LLP, Méthode par translation relative.

Abstract

The Solvency II implementation process included two reviews to take into account the first years of experience and market developments. On 15 October 2019, EIOPA issued a technical opinion on the issues to be addressed in the second review. Two of the main proposals are the change in the structure of the risk-free rate curve and the calibration of shocked scenarios, the study of these proposals is the subject of this thesis.

After a presentation of the regulatory context of Solvency II and an overall description of the second review. This paper analyzes the impact of the LLP modification and the relative translation method on the solvency of an average life insurer. The LLP is the last year for which market data is taken into account, currently set at 20 years, the EIOPA proposes a time lag to 30 years.

Impact analysis is possible thanks to economic scenarios and an asset-liability management model. For this purpose, four sets of economic scenarios are generated in order to take into account the isolated and combined impact of the two measures.

The breakdown of outstandings between euros and unit-linked products and the introduction of products at TMG 0% gross of costs were analyzed in response to the loss of solvency caused by the measures. Lastly, the management of the duration gap between assets and liabilities in the initial portfolio was studied in order to estimate its benefit in the context of the increase in the interest rate SCR.

These studies were carried out before the EIOPA's final opinion, published on December 17, 2020, which recommended a change in the method of extrapolating the risk-free rate curve, contrary to the change in LLP studied in this paper.

Keywords : Solvency II, Risk-free interest rate curve, Review, Life Insurance, LLP, Shifted approach.

Note de Synthèse

La mise en place de Solvabilité II en 2016 a été un changement important dans le cadre prudentiel des pays européens. Il était prévu deux revoyures afin de prendre en compte l'expérience acquise lors des premières années d'application mais aussi d'adapter la norme aux évolutions économiques. Au 1er janvier 2020, la première revoyure, portée sur la formule standard, a donné lieu à des changements. La deuxième revoyure, étudiée dans ce mémoire, a commencé son processus en février 2019. La commission européenne demande alors à l'EIOPA, autorité de contrôle européenne, de lui transmettre un avis technique sur un périmètre large, notamment les mesures du paquet « branche longue » et la formule standard. L'EIOPA a répondu à la commission en publiant le 17 octobre 2019 un rapport appelé *Consultation Paper* dans lequel plusieurs axes d'amélioration sont identifiés.

L'un des principes apportés par Solvabilité II est l'adaptation de la norme avec les réalités de marché. L'EIOPA dans le *Consultation Paper* propose deux axes d'évolutions sur des points relatifs aux taux d'intérêt :

1. Le SCR de taux : il est calculé à l'aide de scénarios choqués à la hausse et à la baisse. Les scénarios choqués, supposés représenter un évènement se réalisant une fois tous les 200 ans, ne sont plus en adéquation avec les évolutions récentes des taux. Ce à quoi l'EIOPA propose une nouvelle méthode appelée méthode par translation relative, ajoutant un facteur additif. Ce facteur permet de choquer les taux proches de 0. L'EIOPA préconise également de choquer les taux négatifs, ce qui n'est pas fait actuellement.

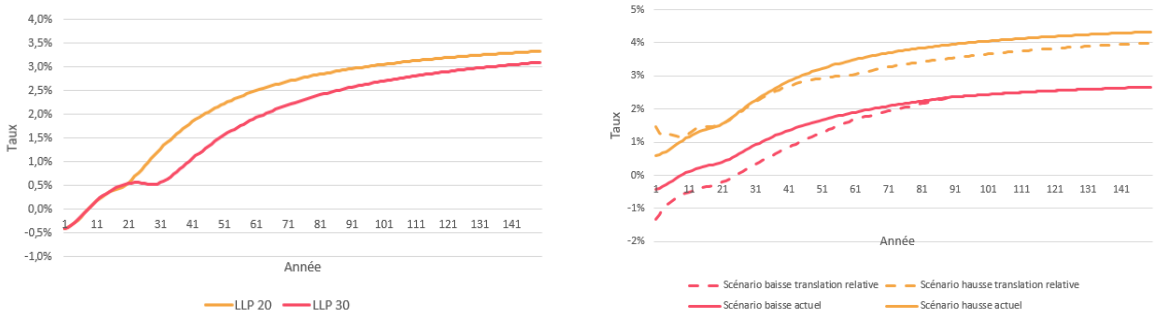
2. La construction de la courbe des taux sans risque : elle est utilisée pour actualiser les flux futurs dans l'évaluation de *Best Estimate* et dans la valorisation des instruments financiers. En effet, la modélisation stochastique permettant d'évaluer le bilan sous Solvabilité II nécessite un univers risque neutre. Cette courbe est construite à partir de données de marché jusqu'à une maturité appelée *Last Liquid Point* (LLP), actuellement paramétrée à 20 ans, puis extrapolée jusqu'à un taux appelé UFR. L'*Ultimate Forward Rate* (UFR), est le taux forward très long terme vers lequel les taux doivent converger. Les données de marché au-delà du LLP ne sont donc pas prises en compte ce qui aboutit à une courbe de taux en inadéquation avec la réalité économique. Pour y remédier l'EIOPA propose plusieurs options : le décalage du LLP ou encore un changement de la méthode d'extrapolation après ce LLP. Ce mémoire traitera du changement de LLP.

Le SCR de taux et la courbe des taux sans risque sont des points sur lesquels les assureurs vie sont sensibles, l'objectif de ce mémoire est donc double. Tout d'abord sera analysé le comportement en matière de solvabilité d'un assureur épargne standard dans un contexte d'application des deux mesures. Ensuite sera étudiée la réaction de différents profils d'assureurs à l'application de ces mesures ainsi que des leviers potentiels pour se prémunir des impacts engendrés par les propositions de l'EIOPA.

Pour permettre l'analyse des mesures, des scénarios économiques en univers risque neutre sont générés selon quatre cas de figure :

- Contexte avant revoyure ;
- Prise en compte du LLP à 30 ans avec méthode actuelle de calcul SCR de taux ;
- Application de la méthode par translation relative et LLP à 20 ans ;
- Application des deux mesures.

Les figures 1 présentent les changements apportés par les mesures sur les données arrêtées au 31/12/2019.

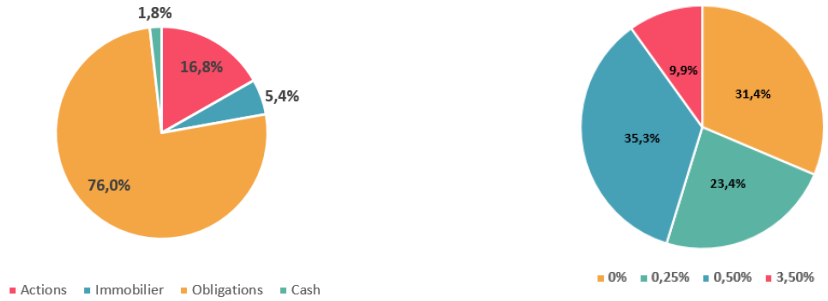


(a) Courbes des taux sans risque au 31/12/2019 (b) Scénarios choqués au 31/12/2019 avec LLP 20

FIGURE 1: Comparaison des courbes selon les différentes mesures

Contexte initiale

Afin d'analyser les impacts des mesures proposées par l'EIOPA, un portefeuille fictif a été construit pour représenter un assureur épargne français « moyen ». Plusieurs sources provenant de l'ACPR, la FFA et de l'EIOPA ont servis de base aux hypothèses prises dans la construction des données. Elles ont permis d'obtenir un portefeuille représentatif avec les caractéristiques présentées à la figure 2 et au tableau 1.



(a) Allocation d'actifs initiale (b) Distribution TMG nets

FIGURE 2: Portefeuille étudié

Table 1: Provisions à l'état initial (en M€)

Provision mathématique euros	1 000
Provision pour participations aux bénéfices (PPB)	35,1
Réserve de capitalisation (RC)	15,7
Provision mathématique UC	220

L'assureur a un portefeuille de passif constitué de contrats multisupport, avec une option de rachat, les rachats partiels et totaux ne sont pas distingués. En cas de décès, la provision mathématique (PM) est reversée aux bénéficiaires sous forme de capital. Les PM sont revalorisées d'un taux garanti net de frais durant toute la durée du contrat. Les taux de chargements sur encours sont de 0,6% pour le fonds en euros et 0,9% pour le fonds en UC. La duration du passif à l'état initiale est de 12,4. À l'actif, l'allocation est majoritairement investie en obligations, la poche obligataire possédant une duration initiale de 8,4.

Le modèle ALM valorise le bilan de manière stochastique à l'aide de scénarios économiques générés avec des modèles de Hull & White pour les taux courts et Black & Scholes pour les indices actions et immobiliers. Le SCR est calculé à l'aide de la formule standard. Dans le contexte de la réglementation en vigueur au 31/12/2019, la projection stochastique permet d'obtenir la bilan de l'assureur présenté à la table 2.

Table 2: Bilan Solvabilité II de l'assureur (en M€)

ACTIF		PASSIF	
Obligations	920,6	VIF	2,6
Etat	479		
Corporate	441,6		
Actions	208,1	Risk Margin	12,6
Immobilier	64,7	*Best Estimate*	1 417,4
Cash	18,9		
UC	220	EC	(0,2)
TOTAL ACTIF	1 432,4	TOTAL PASSIF	1 432,4

A l'état initial, le montant de capital social est de 124,2 M€, le SCR calculé à l'aide de la formule standard est évalué à 70,5 M€. La projection du bilan et la calcul du SCR permettent d'obtenir le ratio de solvabilité de la compagnie qui s'élève à 180 % sans l'intégration de la PPB admissible en fonds propres (FP) et 215% avec.

Analyse de la méthode par translation relative

La mise en place de la méthode par translation relative a un effet très localisé, seul le **SCR de taux** est impacté, se répercutant sur le SCR total. L'observation de cet impact est présentée à la table 3.

Table 3: Variation du SCR par module

Montant (en M€)	Contexte actuel	Translation relative	Variation (en %)
SCR taux	14,6	56,7	+289%
SCR marché	60,8	95	+56%
SCR total	70,5	104,4	+48%

Comme le montre la figure 1b, les taux choqués à la baisse sont nettement plus bas avec la nouvelle méthode, environ 61 bps sur les quarante premières maturités. Cette baisse rend les déflateurs actualisant les flux futurs du *Best Estimate* supérieurs à 1 pendant les 25 premières années. Cela a pour effet de baisser l'actualisation. La perte d'actualisation prédomine sur la baisse de la rémunération liée à la chute des rendements de l'actif. À l'actif, la chute du scénario à la baisse engendre une hausse de la valeur de marché choquée du portefeuille obligataire. Cependant, l'effet positif de la hausse de la valeur de marché ne compense pas la hausse du *Best Estimate*. Ceci permet d'expliquer la variation de +289% du SCR de taux. La hausse du SCR de taux se répercute sur le ratio de solvabilité qui perd 58 points sans PPB en FP et 70 points avec. Les résultats obtenus sur le portefeuille d'étude sont plus importants que les impacts constatés par le marché. Les études d'impact de l'EIOPA mesurent la perte de solvabilité liée à la méthode par translation relative à 30 points de ratio.

Analyse du changement de LLP

Les résultats obtenus après projection du modèle ALM à l'aide des scénarios générés avec un LLP à 30 ans, permettent d'identifier deux effets distincts de la mesure : la hausse du SCR de souscription et la hausse du *Best Estimate*. Le tableau 4 présente les résultats décrivant ces effets.

Table 4: Changement de LLP

Montant (en M€)	Contexte actuel	LLP 30	Variation (en %)
SCR rachat	3,1	9,1	+197%
SCR longévité	5,5	10,7	+94%
SCR souscription	10,1	18,9	+88%
SCR total	70,5	71	+0,72%
BE	1 417,4	1438,7	+1,5%

La **hausse du SCR de souscription** s'explique par la variation des risques de rachat et de longévité. L'analyse est commune pour ces risques. Ils ont pour conséquence de rallonger la duration des engagements de passifs et donc d'étaler dans le temps les prestations. Ainsi les flux intervenants sur des maturités au-delà de 20 ans sont moins actualisés dans le cas du changement de LLP. La baisse de l'effet d'actualisation est à nouveau la raison de la hausse du SCR.

Au niveau du *Best Estimate*, l'impact du changement de la courbe des taux peut être décomposé en deux effets distincts. Le premier est une baisse des revalorisations due à une chute des taux de rendements de l'actif. Le second est la baisse de l'effet d'actualisation. Selon les résultats obtenus, le second effet l'emporte sur le premier et le *Best Estimate* varie à la hausse de +1,5%, soit + 21M€. Cette variation est donc répercutée sur la PVFP qui baisse du même montant. Ainsi une baisse du niveau du ratio de couverture de 43 pts est constatée. Les variations observées pour ce choc sont en phase avec les études d'impacts de l'EIOPA. Au niveau français, l'évaluation des provisions techniques avec un LLP 30 ans ont eu pour effet d'**augmenter le BE** de +1,6%.

Impact combiné des mesures

Lorsque les deux mesures sont appliquées, les impacts sont dissociés entre les deux mesures :

- Pour le LLP : l'impact se porte sur le SCR de souscription et la hausse du *Best Estimate* ;
- Pour la méthode par translation relative : la hausse du SCR de taux.

Ainsi ces deux mesures ayant des effets négatifs sur le ratio de couverture entraînent une perte de 100 points de ratio S2 lorsqu'elles sont combinées . L'évolution des ratios de solvabilité (avec ou sans PPB admissible en fonds propres) en fonction des mesures prises en compte est présentée dans le tableau 5.

Table 5: Diminution du ratio de couverture

Intégration en FP de la PPB	Contexte actuel	Translation relative	LLP 30	LLP 30 + Translation relative
Sans	180%	122%	137%	88%
Avec	215%	145%	172%	111%

Les impacts importants observés lors de l'application des mesures amènent donc à se poser des questions sur les mesures à mettre en place par l'assureur afin de réduire l'impact de la revoyure.

Répartition Euros/UC

La hausse du SCR de taux et la baisse de la courbe des taux sans risque avec le LLP 30 ans rendent les garanties des contrats en euros plus coûteuses qu'elles ne le sont dans le contexte de taux bas. Cela encourage les assureurs à transférer leurs activités vers les supports en UC. Ce transfert est déjà amorcé depuis quelques années. En effet les contrats en UC sont moins coûteux en capital et moins risqués pour l'assureur. Il a donc été étudié la sensibilité de l'assureur à l'application de la revoyure en fonction de la répartition entre supports euros et UC.

Le portefeuille initial a une répartition de 82%/18% entre PM euros et UC. Il a donc été choisi d'étudier des portefeuilles ayant des répartitions 79%/21%, 77%/23% et 75%/25%. Le volume total de PM restant fixe, les portefeuilles d'actif et de passif de la partie euros ont donc été diminués en proportion. Ainsi les projections du modèle dans le contexte de la revue ont permis d'obtenir les résultats présentés à la table 6.

Table 6: Impact de la part € /UC sur le ratio de solvabilité

Intégration en FP de la PPB	Initiale	79/21	77/23	75/25
Sans	88%	95%	101%	106%
Avec	111%	117%	123%	128%

L'analyse des résultats a permis d'identifier deux effets positifs. D'une part, les résultats dégagés par l'activité UC ne sont que très peu impactés par l'évolution des taux. La source des résultats en UC étant la différence entre taux de chargements et frais réels. La PVFP augmente avec la part d'UC en portefeuille. Et d'autre part, toujours grâce à la non sensibilité à la performance de l'actif de l'activité UC, le SCR de marché généré par les UC est très faible. Le ratio $\frac{SCR}{PM}$ pour l'UC est donc plus faible que celui de l'activité euros (2,6% contre 10,95%). Cet écart s'est agrandi avec l'introduction de la méthode par translation relative. L'augmentation de la part d'UC est bénéfique au niveau SCR.

Introduction de contrat à 100% de capital garanti brut de frais

La baisse de la courbe des taux avec le changement de LLP affaiblit les rendements à long terme du portefeuille d'actif. Cela met en difficulté l'assureur pour servir les TMG nets. Le contexte de taux bas a fait apparaître une tendance ces dernières années : l'apparition de garanties en capital brut de frais. Afin d'estimer la sensibilité de l'assureur, dans le contexte de la revue, à la présence en portefeuille de ce type de contrats, un test de sensibilité a été effectué selon la démarche suivante :

Des model points avec comme caractéristiques des TMG brut de frais à 0%, des chargements sur encours de 2% et un taux de participation aux bénéfices de 95% sont introduits en portefeuille. Ces model points possèdent une ancienneté fiscale d'un an. Afin de garder le même niveau de PM total une proportion de 3, 5 et 7% de PM est prélevée aux model points existants et redistribuée aux model points nouvellement créés. La distribution se faisant en respectant la répartition par âge du portefeuille initial. Les résultats en matière de ratio de solvabilité des nouveaux portefeuilles sont présentées à la table 7.

Table 7: Impact de l'introduction de nouveaux produits sur le ratio de solvabilité

Intégration en FP de la PPB	Initiale	3%	5%	7%
Sans	88%	98%	105%	111%
Avec	111%	121%	128%	135%

Le tableau montre un bénéfice à avoir ce type de contrats en portefeuille. En effet, ils permettent lorsque les résultats financiers sont moins bons de moins revaloriser les contrats. Ces actions ont pour effet de développer les rachats dynamiques. Ce type de rachats dépendant fortement du taux servi et du contexte économique. Lorsque les taux servis sont moindres que le taux cible (le TME dans le cadre de ces travaux), alors les rachats augmentent. Pour l'évaluation du *Best Estimate*, deux effets s'opposent :

- La baisse des garanties permet de moins revaloriser les contrats et donc les prestations baissent en proportion ;
- La hausse des rachats entraîne une augmentation des flux de *Best Estimate*.

Les résultats obtenus présentés sur le tableau 8 montrent que le premier effet l'emporte sur le second.

Table 8: Évolution du *Best Estimate* (en M€)

Part de contrat à TMG brut 0%	0% (initiale)	3%	5%	7%
BE	1 438,7	1 431,2	1 426,2	1 421,3
Variation (en %)		-0,5%	-0,8%	-1,2%

L'introduction des nouveaux contrats a également un effet sur le SCR. La baisse des garanties permet d'être moins sensible à la baisse des taux car la possibilité de servir des taux plus bas préserve les résultats lorsque les rendements sont mauvais. Pour le SCR de souscription, une baisse du SCR de rachat est observée, la baisse des taux de rachat entraîne une augmentation de la durée des engagements. Cet allongement implique que les PM doivent être revalorisées les années où la rentabilité est faible pour l'assureur (15 à 25 ans). La baisse des garanties permet de moins revaloriser les PM et donc de préserver les marges de l'assureur.

Les produits garantissant 100% brut de frais ne sont pas nouveaux sur le marché de l'assurance vie et se développent beaucoup dans les portefeuilles des compagnies françaises. Il pourrait être intéressant d'étudier des contrats garantissant un pourcentage inférieur. Ce type de produit plus récemment apparu pourrait donner une marge de manoeuvre supplémentaire aux assureurs pour se préparer à la hausse des exigences introduite par la revue.

Gestion de la duration de la poche obligataire

La revoyure accroît la sensibilité de l'assureur au risque de baisse de taux. Il est nécessaire que les assureurs prennent en compte ce risque. Le levier étudié pour cela est la gestion de la duration de la poche obligataire afin de réduire l'écart entre duration d'actif et de passif. En effet, réduire le gap de duration permet de diminuer l'influence des variations de taux sur le bilan.

Ainsi, l'objectif de l'algorithme mis en place est de jouer sur l'allocation de réinvestissement en obligations afin d'augmenter la duration de l'actif et couvrir l'assureur contre la baisse des taux.

L'algorithme a en paramètre une tolérance d'écart, notée E, permettant de fixer la différence cible entre la duration de l'actif et celle du passif : $D_A = D_P + E$. Chaque année, le réinvestissement en obligations est alloué de sorte à respecter l'égalité ci-dessus et minimiser le gap de duration. Pour étudier les effets de la gestion de la duration, une sensibilité a été effectuée, dans le contexte d'application de la revue, sur le paramètre E. Ce dernier prend les valeurs 0, 1 et 2. Les résultats obtenus sont représenté sur le tableau 9.

Table 9: Évolution de SCR taux et du ratio de solvabilité (en M€)

Valeur de E	Sans gestion	0	1	2
SCR taux	62,1	60,1	59,5	59,2
Ratio S2 sans PPB en FP	88%	92,7%	93,3%	93,1%
Ratio S2 avec PPB en FP	111%	115%	116%	116%

L'impact observé sur le SCR de taux est celui attendu, plus la valeur de E est importante et moins l'assureur est sensible à la baisse des taux. La valeur du SCR reste néanmoins conséquente pour l'assureur. Le ratio de solvabilité bénéficie de la baisse du SCR mais aussi de l'amélioration de la VIF. L'application de l'algorithme permet de vendre les obligations en stock plus tôt dans la projection ayant pour effet de doter davantage la RC. Cette RC qui est reversée en résultat à la fin de la projection vient augmenter la PVFP. En revanche lorsque la valeur de E est élevée le ratio de solvabilité diminue. La cause étant que le modèle, lorsque E=2, réinvestit plus fortement en début de projection sur des obligations à maturités longues qui sont plus sensibles à la hausse des taux en fin de projection. Sans intégration de la PPB en fonds propres, l'algorithme ne permet pas de retrouver un ratio de solvabilité au dessus de 100%. L'impact sur le SCR de taux n'est pas assez important. La valeur de ce SCR est très sensible au gap de duration initial. Il serait donc intéressant d'étudier la sensibilité de l'assureur à une poche obligataire possédant une duration plus longue à l'état initial.

Conclusion

Les études de ce mémoire ont permis d'analyser les impacts des propositions de mesures de l'EIOPA relatives aux taux d'intérêt. Les impacts mesurés sont majeurs pour le portefeuille épargne français étudié. Le changement de LLP impacte négativement la situation de l'assureur. Il augmente le SCR de souscription ainsi que le *Best Estimate*. Dans les deux cas la cause principale est la perte d'effet d'actualisation sur les maturités supérieures à 20 ans. Dans le cadre du choc à la baisse, la méthode par translation relative translate vers le bas la courbe des taux.

Ces deux mesures ont un effet négatif sur la solvabilité. Pour se prémunir contre ces futurs évolutions, des études de sensibilité ont permis de dégager des axes de développement pour améliorer la situation de l'assureur dans le cadre de l'application de la revoyure. Favoriser la collecte en UC permet à l'assureur de se désensibiliser à l'évolution des taux en scénario central comme en scénario choqué.

L'introduction de contrats garantissant 100% de capital brut de frais donne une marge de manoeuvre à l'assureur quant à sa capacité à encaisser la baisse des taux. Et enfin un algorithme de gestion de gap de duration a été implémenté avec comme objectif de désensibiliser le portefeuille au risque de taux. La gestion de la duration est bénéfique mais ne compense pas la hausse du SCR de taux engendrée par la méthode par translation relative.

Les résultats de ce mémoire sont néanmoins à nuancer sur plusieurs points :

- Ces études ont été réalisées avant l'avis définitif de l'EIOPA, publié le 17 décembre 2020, qui préconise un changement de la méthode d'extrapolation de la courbe des taux contrairement au changement de LLP étudié dans ce mémoire. Cette mesure a pour effet de faire baisser la courbe des taux mais dans des proportions moindres que la prise en compte du LLP 30 ans. Cependant, l'EIOPA confirme dans cet avis sa proposition de méthode par translation relative. Bien qu'elle propose une période transitoire permettant d'amortir l'impact sur le SCR pendant plusieurs années ;

- Le portefeuille étudié est un portefeuille fictif représentant un assureur moyen à fin 2019. Les résultats obtenus sont très volatiles en fonction du contexte économique, mais aussi en fonction de l'optionalité du passif et de la qualité de l'adéquation actif-passif. Il en résulte que les impacts pourront être plus ou moins forts d'un assureur à l'autre et peuvent s'aggraver en situation de maintien de taux bas, comme cela a été observé en 2020 ;

- Le modèle ALM utilisé présente des limites quant à l'analyse des résultats. La capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques n'est pas modélisée. La PPB initiale n'est pas millésimée, cela peut avoir des impacts.

Synthesis note

The implementation of Solvency II in 2016 has been an important change in the prudential framework of European countries. Two reviews were planned in order to take into account the experience gained during the first years of application but also to adapt the standard to economic developments. As of January 1, 2020, the first review of the standard formula resulted in changes. The second review, studied in this brief, began its process in February 2019. The European Commission then asked EIOPA, the European supervisory authority, to provide a technical opinion on a broad scope, including the measures of the "long terme" guarantees measures and the standard formula. EIOPA responded to the commission by publishing on October 17, 2019 a report called *Consultation Paper* in which several areas for improvement were identified.

One of the principles brought by Solvency II is the adaptation of the standard to market realities. The EIOPA in the Consultation Paper proposes two axes of evolution on points related to interest rates :

1. The interest rate SCR: it is calculated using shocked up and down scenarios. The shocked scenarios, which are supposed to represent an event that occurs once every 200 years, are no longer in line with recent rate changes. EIOPA therefore proposes a new method called the relative translation method, adding an additive factor. EIOPA also recommends shocking negative rates, which is not currently done.

2. The construction of the risk-free rate curve: it is used to discount future cash flows in the valuation of *Best Estimate* and in the valuation of financial instruments. Indeed, the stochastic modeling used to evaluate the balance sheet under Solvency II requires a neutral risk universe. This curve is constructed from market data up to a maturity called LLP, currently set at 20 years, then extrapolated to a rate called UFR. Market data beyond the LLP are therefore not taken into account, resulting in a yield curve that is out of line with economic reality. To remedy this, EIOPA proposes several options: the shifting of the LLP or a change in the extrapolation method after the LLP. This paper will discuss the change of LLP.

The SCR of rates and the risk-free rate curve are points on which life insurers are sensitive, the objective of this paper is therefore twofold. First of all, the solvency behaviour of a standard savings insurer will be analysed in a context of application of both measures. Next, the reaction of different insurer profiles to the application of these measures will be studied, as well as potential levers to protect themselves from the impacts of the EIOPA proposals.

To enable the analysis of the measures, risk-neutral economic scenarios are generated according to four scenarios:

- Context before review ;
- Taking into account the 30-year LLP with the current method of calculating SCR rates ;
- Application of the relative translation method and LLP at 20 years;
- Application of both measures.

The following figures show the changes brought about by the measures on the data as of 12/31/2019 :

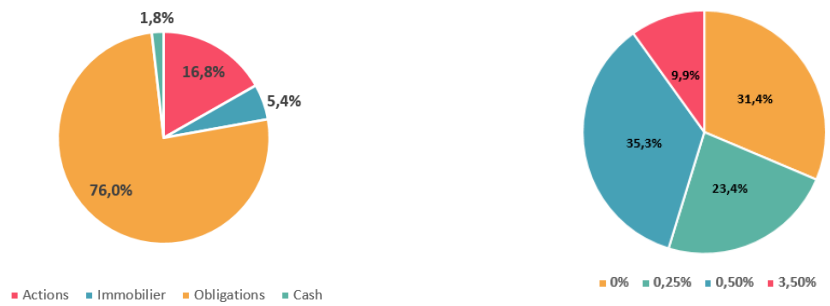
(a) Risk-free rate curves at 12/31/2019

(b) Shocked scenarios at 12/31/2019 with LLP 20

Figure 3: Comparison of the curves according to the different measurements

Initial background

In order to analyze the impacts of the measures proposed by EIOPA, a fictitious portfolio was constructed to represent a French savings insurer . Several sources from ACPR, FFA and EIOPA were used as a basis for the assumptions made in the construction of the data. They allowed us to obtain a representative portfolio with the characteristics presented in figure 4 and table 10.



(a) Allocation d'actifs initiale

(b) Distribution TMG nets

Figure 4: Portefeuille étudié

Table 10: Initial Reserves (in M€)

Euros mathematical provision	1 000
Reserve for profit-sharing (RPS)	35,1
Capitalization reserve (CR)	15,7
Unit-linked mathematical provision	220

The insurer has a liability portfolio consisting of multisupport contracts with a surrender option, partial and total surrenders are not distinguished. In the event of death, the mathematical provision (MP) is paid out to the beneficiaries in the form of a lump sum. The MP are revalued by a guaranteed rate net of expenses throughout the duration of the contract. The loading rates on outstanding amounts are 0.6% for the euro fund and 0.9% for the unit-linked fund. The duration of the liabilities in their initial state is 12.4. On the assets side, the allocation is mainly invested in bonds, with the bond pocket having an initial duration of 8.4.

The ALM model values the balance sheet stochastically using economic scenarios generated with Hull & White models for short rates and Black & Scholes for equity and real estate indices. The SCR is calculated using the standard formula. In the context of the regulations in force on 31/12/2019, the stochastic projection provides the insurer's balance sheet presented in the table 11.

Table 11: Solvency II Balance sheet (in M€)

ASSET		LIABILITY	
Bonds	920,6	VIF	2,6
Govies	479		
Corporate	441,6		
Equity	208,1	Risk Margin	12,6
Real Estate	64,7	*Best Estimate*	1 417,4
Cash	18,9		
UC	220	EC	(0,2)
TOTAL ASSET	1 432,4	TOTAL LIABILITY	1 432,4

In its initial state, the amount of share capital is 124.2 M€, the SCR calculated using the standard formula is valued at EUR 70.5 M€. The projection of the balance sheet and the calculation of the SCR result in the company's solvency ratio which amounts to 180% without the integration of the eligible PPB in own fund (OF) and 215% with.

Analysis of the shifted approach

The implementation of the relative translation method has a very localized effect, only the **interest rate SCR** is impacted, affecting the total SCR. The observation of this impact is presented in the table 12.

Table 12: SCR variation by module

Montant (in M€)	Current context	Shifted approach	Variation (in %)
Interest rate SCR	14,6	56,7	+289%
Market SCR	60,8	95	+56%
Total SCR	70,5	104,4	+48%

As shown in figure 3b, the rates shocked down are significantly lower with the new method, about 61 bps over the first forty maturities. This drop makes the deflators discounting future flows of the *Best Estimate* greater than 1 for the first 25 years. This has the effect of lowering the discounting. The discounting loss predominates over the decline in compensation linked to the fall in returns on the asset. On the asset side, the fall in the downside scenario leads to an increase in the shocked market value of the bond portfolio. However, the positive effect of the increase in market value does not offset the increase in the *Best Estimate*. The interest rate SCR varies by +289%. The increase in the interest rate SCR is reflected in the solvency ratio which loses 58 points without PPB in OF and 70 points with. The results obtained on the study portfolio are more important than the impacts observed by the market. The EIOPA impact studies measure the loss of solvency linked to the translation method relative to 30 points of the ratio.

Analysis of the change of LLP

The results obtained after projection of the ALM model using scenarios generated with a 30-year LLP, allow to identify two distinct effects of the measure: the increase of the subscription SCR and the increase of the Best Estimate. Table 13 presents the results describing these effects.

Table 13: Change of LLP

Amount (in M€)	Current context	LLP 30	Variation (in %)
Lapse SCR	3,1	9,1	+197%
Longevity SCR	5,5	10,7	+94%
Life SCR	10,1	18,9	+88%
Total SCR	70,5	71	+0,72%
BE	1 417,4	1438,7	+1,5%

The **increase in the underwriting SCR** is explained by the change in redemption and longevity risks. The analysis is common for these risks. They result in the extension of the duration of liabilities and therefore spread the benefits over time. Thus, the flows arising on maturities beyond 20 years are less discounted in the case of a change in LLP. The decrease in the discounting effect is again the reason for the increase in the SCR.

At the level of the Best Estimate, the impact of the change in the yield curve can be broken down into two distinct effects. The first is a decrease in revaluations due to a decrease in asset yields. The second is a decrease in the discounting effect. According to the results obtained, the second effect outweighs the first and the Best Estimate varies upwards by +1.5%, i.e. +21M€. This variation is therefore passed on to the PVFP, which decreases by the same amount. Thus, a decrease in the level of the coverage ratio of 43 pts is observed. The variations observed for this shock are in line with the EIOPA impact studies. At the French level, the valuation of technical provisions with a 30 year LLP had the effect of **increasing the BE** by +1.6%.

Combined impact of the measures

When both measures are applied, impacts are decoupled between the two measures :

- For the LLP: the impact is on the subscription SCR and the increase of the *Best Estimate* ;
- For the relative translation method: the increase in interest rate SCR.

Thus, these two measures with negative effects on the coverage ratio result in a loss of 100 points of the S2 ratio when combined. The evolution of the solvency ratios (with or without SCH eligible in equity) according to the measures taken into account is presented in the table below :

Table 14: Decrease in coverage ratio

Integration of the RPS in OF	Current context	Shifted approach	LLP 30	LLP 30 + Shifted approach
Sans	180%	122%	137%	88%
Avec	215%	145%	172%	111%

The significant impacts observed during the application of the measures therefore raise questions about the measures to be put in place by the insurer in order to reduce the impact of the review.

Breakdown Euros/Unit-Linked

The rise in the SCR rate and the fall in the risk-free rate curve with the 30-year LLP make guarantees for euro contracts more expensive than they are in the low interest rate environment. This encourages insurers to transfer their business to unit-linked products. This transfer has already been underway for several years. Indeed, unit-linked contracts are less costly in terms of capital and less risky for the insurer. The sensitivity of the insurer to the application of the review was therefore studied according to the distribution between euro and unit-linked products.

The initial portfolio has an 82%/18% split between PM euros and unit-linked products. It was therefore chosen to study portfolios with a distribution of 79%/21%, 77%/23% and 75%/25%. As the total volume of PM remains fixed, the portfolios of assets and liabilities of the euro part have been reduced proportionally. Thus, the model projections in the context of the review led to the following results:

Table 15: Impact of the € /UC share on the solvency ratio

Integration of the RPS in OW	Initial	79/21	77/23	75/25
Without	88%	95%	101%	106%
With	111%	117%	123%	128%

Analysis of the results identified two positive effects. First, the results generated by the unit-linked sales were only slightly affected by changes in interest rates. The source of the unit-linked results is the difference in loading rates and actual costs. PVFP increases with the share of unit-linked products in the portfolio. On the other hand, the PVFP increases with the share of unit-linked assets in the portfolio, again due to the non-sensitivity of unit-linked assets to the performance of the unit-linked business. The market SCR generated by unit-linked products is very low and therefore the SCR/PM ratio for unit-linked products is lower than that of the euro business (2.6% versus 10.95%). This gap widened with the introduction of the relative translation method. The increase in the share of CPU is beneficial at the SCR level.

Introduction of a contract with 100% guaranteed capital gross of charges

The decline in the yield curve with the change in LLP weakens the long-term returns of the asset portfolio. This makes it difficult for the insurer to service net MTMs. The low interest rate environment has revealed a trend in recent years: the appearance of capital guarantees gross of expenses. In order to estimate the sensitivity of the insurer in the context of the review to the presence in the portfolio of this type of contracts, a sensitivity test was carried out according to the following approach:

Model points with a gross operating expense ratio of 0%, a 2% chargeback ratio and a profit-sharing rate of 95% are introduced into the portfolio. These model points are one year old for tax purposes. In order to keep the same level of total PM, a proportion of 3, 5 and 7 percent of PM is taken from the existing model points and redistributed to the newly created model points. The distribution is done by respecting the age of the portfolio. Below are the solvency ratio results for the new portfolios:

Table 16: Impact of the introduction of new products on the solvability ratio

Integration of the RPS in OW	Initial	3%	5%	7%
Without	88%	98%	105%	111%
With	111%	121%	128%	135%

The table shows a benefit to having this type of contract in portfolio. In fact, they allow the contracts to be revalued less when the financial results are worse. These actions have the effect of developing dynamic surrenders. This type of surrender depends strongly on the rate served and the economic context. When the rates served are lower than the target rate (the TME in the context of this work), then redemptions increase. For the evaluation of the Best Estimate, two opposing effects exist:

- The decrease in guarantees makes it possible to revalue the contracts less and therefore the benefits decrease proportionally;
- The increase in redemptions leads to an increase in the flow of Best Estimate.

The results obtained, presented in the following table, show that the first effect outweighs the second.

Table 17: Evolution of Best Estimate (in M€)

Share of contract at gross MGR 0%	0% (initial)	3%	5%	7%
BE	1 438,7	1 431,2	1 426,2	1 421,3
Variation (in %)		-0,5%	-0,8%	-1,2%

The introduction of new contracts also has an effect on SCR. Lower guarantees make it less sensitive to lower rates because the possibility of serving lower rates preserves results when yields are poor. For the underwriting SCR, a decrease in the surrender SCR is observed, the decrease in surrender rates leads to an increase in the duration of the commitments. This lengthening implies that the MPs must be revalued in years when profitability is low for the insurer (15 to 25 years). The decrease in guarantees makes it possible to revalorize the MPs less and thus preserve the insurer's margins.
Products guaranteeing 100% gross of expenses are not new on the life insurance market and are developing a lot in the portfolios of French companies. It might be interesting to study contracts guaranteeing a lower percentage, as this type of product, which is brand new on the market, could give insurers additional leeway to prepare for the increase in requirements introduced by the review.

Management of the duration of the bond pocket

The review increases the insurer's sensitivity to the risk of rate cuts. It is necessary for insurers to take this risk into account. The leverage studied for this purpose is the management of the duration of the bond pocket in order to reduce the gap between the duration of assets and liabilities. Indeed, Reducing the duration gap reduces the influence of interest rate variations on the balance sheet. Thus, the objective of the algorithm implemented is to play on the allocation of reinvestment in bonds in order to increase the duration of the asset and cover the insurer against the fall in interest rates.

The algorithm has in parameter a deviation tolerance, noted E, allowing to set the target difference between the duration of the assets and liabilities: $D_A = D_P + E$. Each year, the reinvestment in bonds is allocated to in order to respect the above equality and minimize the duration gap. In order to study the effects of duration management, a sensitivity was carried out in the context of the application of the review on the parameter E. The latter took the values 0, 1 and 2. The results obtained are as follows:

Table 18: Evolution of the interest rate SCR and the solvability ratio (in M€)

Value of E	Without Managment	0	1	2
Interest rate SCR	62,1	60,1	59,5	59,2
Ratio S2 without PSS in OF	88%	92,7%	93,3%	93,1%
Ratio S2 with PPS in OF	111%	115%	116%	116%

The observed impact on the SCR of rates is the expected one, the higher the value of E is, the less sensitive the insurer is to a decrease in rates. Nevertheless, the value of the SCR remains significant for the insurer. The solvency ratio benefits from the decrease of the SCR but also from the improvement of the VIF. The application of the algorithm makes it possible to sell the bonds in stock earlier in the projection having the effect of endowing the liability more. This RC, which is paid back into the result at the end of the projection, increases the PVFP. On the other hand, when the value of E is high, the solvency ratio decreases. The cause is that the model, when E=2, reinvests more heavily at the beginning of the projection on long-maturity bonds that are more sensitive to the rise in rates at the end of the projection. Without integration of the PPB in equity capital, the algorithm does not allow to find a solvency ratio above 100%. The impact on the rate SCR is not significant enough. The value of this SCR is very sensitive to the initial duration gap. It would therefore be interesting to study the sensitivity of the insurer to a bond pocket with a longer duration in its initial state.

Conclusion

The studies in this paper analyzed the impacts of EIOPA's proposed interest rate measures. The impacts measured are major for the French savings portfolio under study. The change in LLP negatively impacts the insurer's situation. It increases the underwriting SCR as well as the Best Estimate. In both cases the main cause is the loss of discounting effect on maturities over 20 years. The method by relative translation for the construction of shocked rate curves translates downwards the rate curve.

Both measures have a negative effect on solvency. In order to guard against these future changes in the standard, sensitivity studies have identified areas for development to improve the insurer's situation in the context of the application of the review. Encouraging unit-linked premiums allows the insurer to become desensitized to rate changes in the central scenario as well as in the shock scenario. The introduction of contracts guaranteeing 100% of gross capital costs gives the insurer room for maneuver in terms of its ability to cash in on the drop in rates. Finally, a duration gap management algorithm has been implemented with the aim of desensitizing the portfolio to interest rate risk. Duration management is beneficial but does not compensate for the increase in rate SCR generated by the relative translation method.

The results of this dissertation are nevertheless to be qualified on several points:

- These studies were carried out before the EIOPA's final opinion, published on December 17, 2020, which recommended a change in the method of extrapolating the yield curve, contrary to the change in LLP studied in this paper. This measure has the effect of lowering the yield curve, but to a lesser extent than the inclusion of the 30-year LLP. However, EIOPA confirms in this opinion its proposal for a relative translation method. Even if it proposes a transitional period allowing to amortize the impact on the SCR for several years ;

- The portfolio studied is a fictitious portfolio representing an average insurer at the end of 2019. The results obtained are highly volatile depending on the economic context, but also on the optionality of the liabilities and the quality of the asset-liability matching. As a result, the impacts may be more or less strong from one insurer to another and may be aggravated in a situation of continued low rates, as was observed in 2020 ;

- The ALM model used has limitations in the analysis of the results. The ability of actuarial liabilities to absorb losses is not modeled. The initial SCH is not dated, which can have significant impacts.

Remerciements

Je souhaite dans un premier temps remercier Christophe Eberlé, président d'Optimind, de m'avoir accueilli au sein de son établissement, et de m'avoir ainsi permis de réaliser mon stage dans ce contexte particulier.

Je tiens ensuite à remercier, Julien Chartier, *partner* de la practice *Actuarial Financial Services*, pour ses conseils très avisés et son soutien.

Aussi, je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma tutrice, Linda Mbakop, pour son implication, sa disponibilité et ses conseils durant toute la durée de ce mémoire.

Je remercie de même, mon tuteur académique, Quentin Guibert, pour l'aide apportée quant à l'orientation de mon mémoire.

Je voudrais remercier particulièrement Julie Boccara, consultante au sein d'Optimind. Son aide, expertise et soutien m'ont permis de mener à bien ce mémoire.

Je remercie également mes collègues stagiaires et consultants, Yola, Clara, Marius et Bisous qui m'ont soutenu et avec qui j'ai partagé de bons moments.

Enfin, je remercie ma famille et mes amis du master Actuariat de Dauphine pour leur soutien tout au long de cette année.

Table des matières

Résumé **3**

Abstract **4**

Note de Synthèse **5**

Synthesis note **13**

Remerciements **21**

Table des matières **23**

Introduction **25**

1 Revoyure 2020 de Solvabilité II **27**

1.1 Solvabilité II 27

1.2 La revoyure Solvabilité II 2020 38

2 GSE, modèle ALM et portefeuille **55**

2.1 Présentation des contrats épargne en assurance vie 55

2.2 Modèle de gestion actif-passif utilisé 60

2.3 Le Générateur de Scénarios Économiques 66

2.4 Hypothèses sur les portefeuilles d'actif et de passif 69

3 Résultats des calculs d'impacts des mesures **73**

3.1 Construction des jeux de scénarios économiques 73

3.2 Analyse des résultats 81

3.3 Conclusion 91

4 Analyse de sensibilité et d'actions de management **93**

4.1 Sensibilité à la proportion d'UC 93

4.2 Introduction d'un produit euros, capital garanti à 100% brut de frais 96

4.3 Gestion de la duration du portefeuille obligataire 101

Conclusion **109**

Bibliographie **111**

A Annexes **113**

A.1 Tables de calibration des chocs du SCR de taux d'intérêt 113

A.2 Tests de martingalité 115

Introduction

La norme prudentielle Solvabilité II est entrée en vigueur le 1er janvier 2016. Celle-ci est passée par un processus de création qui dura presque 15 ans. Le contexte économique dans lequel ont été constituées les études d'impact nécessaires à la calibration des chocs de la formule standard, ou la calibration de la courbe de taux est bien différent du contexte actuel. L'Union européenne prévoyait de passer par deux processus de revue de la norme, dans un objectif d'adaptation au marché de cette dernière après les premières années d'expérience et de transition entre l'ancien cadre réglementaire et la directive Solvabilité II.

La première revue est entrée en application au 1er janvier 2020, ce projet d'amendements du règlement délégué portait principalement sur les investissements de long terme, les actions non cotées ainsi que les risques de souscription.
La seconde revue amorcée en mars 2019 par la commission européenne, a pour but de revoir la directive et l'objectif principal est d'amender les mesures du paquet « branches longues ». Des amendements non retenus dans les changements apportés au règlement délégué lors de la précédente revue sont de nouveau proposés par l'EIOPA dans le *Consultation Paper* de novembre 2019 et notamment le changement de structure du calcul du risque de taux d'intérêt.

Le contexte de taux négatifs expose les limites de la construction de Solvabilité II. L'inadéquation de la courbe des taux sans risque aux taux de marchés constatée pour des maturités fortes pousse l'EIOPA à proposer des changements dans la méthode de calcul de la courbe des taux. Ces changements se traduisent par un élargissement des maturités pris en compte dans le calcul de la courbe et d'une nouvelle méthode d'extrapolation des taux long terme.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'impact des mesures liées aux taux d'intérêt proposées dans la revue 2020 de Solvabilité II sur un portefeuille d'épargne. Les variations attendues étant substantielles, il est donc nécessaire de trouver des actions permettant de limiter les impacts.

Dans un premier chapitre, le cadre réglementaire, la revue 2018 et les futures mesures appliquées dans la revue 2020 seront expliquées pour contextualiser le sujet.
Le deuxième chapitre portera sur la présentation des types de produits étudiés, ainsi que les modèles de gestion actif-passif et de génération de scénarios économiques utilisés. Les hypothèses de passif et d'actif seront également exposées.
Une fois le cadre de l'étude explicité, la troisième partie présentera la construction des scénarios économiques générés ainsi que les résultats des études d'impacts des mesures appliquées sur la rentabilité et la solvabilité du portefeuille.

Enfin dans un quatrième chapitre, la sensibilité à l'application des mesures de différents profils d'assureur selon leur répartition de business entre euros et UC sera étudiée. De plus une réflexion sera menée autour d'actions de management possibles afin de limiter la baisse du ratio de solvabilité. Ces leviers porteront sur l'introduction d'un nouveau produit et sur la gestion de l'écart de duration actif-passif.

Chapitre 1

Revoyure 2020 de Solvabilité II

Le contexte réglementaire de Solvabilité II, présenté dans cette partie, s'articule autour de ses piliers, les méthodes d'évaluation du bilan et les exigences en capital. Cette norme a ensuite évolué selon la revoyure 2018 et s'apprête de nouveau à changer avec la seconde revue prévue initialement en 2020. Dans ce mémoire, une attention particulière est mise sur les modifications induites par la nouvelle revoyure, leurs causes et intérêts pour les assureurs. Par la suite, un accent sera porté sur les mesures relatives aux taux.

Il est important de noter que les études réalisées dans ce mémoire, l'ont été avant la parution de l'avis final de l'EIOPA, paru en décembre 2020. Le périmètre se limite donc aux propositions du *Consultation Paper*, paru en octobre 2019.

1.1 Solvabilité II

La directive Solvabilité II (Parlement Européen et Conseil de l'Union Européenne, 2009), mise en application depuis le 1er janvier 2016, est le cadre prudentiel et réglementaire qui s'applique à toutes les entreprises exerçant une activité d'assurance ou de réassurance au sein d'un État membre de l'Union Européenne.

1.1.1 Les limites de Solvabilité I

Solvabilité II remplace la directive Solvabilité I composée de 14 directives datant pour les plus anciennes des années 1970. Solvabilité I s'articulait autour de trois grands principes :

- La valorisation prudente des provisions techniques ;
- Le calcul d'une Exigence de Marge de Solvabilité (EMS), niveau minimum de fonds propres ;
- Une composition d'un portefeuille d'actif sûr, rentable et diversifié.

Bien que n'ayant jamais failli, Solvabilité I présente de nombreuses limites. La formule du calcul de l'EMS se base seulement sur un pourcentage des provisions mathématiques en assurance vie et un pourcentage des primes et de la charge de sinistre en assurance non vie. Le calcul de l'EMS ne prend

pas en compte le risque de marché : de ce fait, une stratégie d'investissement très risquée n'implique pas un besoin en capital plus important. Le choix des risques pris par un assureur, en matière de souscription, ne se reflète pas dans le niveau de la marge. Un organisme avec une politique de gestion des risques stable dans le temps ne bénéficie pas d'une réduction d'exigence de capital, comparé à un autre organisme doté d'une politique de gestion plus risquée, avec des charges de sinistres plus volatiles au cours des années. La marge de solvabilité est davantage en adéquation avec le niveau d'activité qu'avec le profil de risque de l'assureur. Une autre limite importante de Solvabilité I est sa vision rétrospective, alors que la marge de solvabilité est censée couvrir les risques futurs.

1.1.2 Mise en place de Solvabilité II

La mise en place de Solvabilité II commence dès la fin des années 1990, avec le rapport Müller publié en 1997. Il propose une reclassification des risques et l'utilisation des méthodes de gestion actif-passif. Ce rapport se traduit par l'introduction de la réglementation Solvabilité I au début des années 2000. Le CEIOPS, ancêtre de l'EIOPA (European Insurance and Obligatory Pensions Authority, organe consultatif et de supervision de l'Union européenne), commence les études d'impact appelées QIS (Quantative Impact Study en anglais) en 2006. Il y en aura 5, dont l'analyse du dernier, QIS5, a été publiée en mars 2011 par l'EIOPA (EIOPA, 2011).

Suite à la crise financière de 2008, le processus d'adoption est accéléré et le 25 novembre 2009 est publiée la directive 2009/138/CE aussi appelée directive « Solvabilité II », qui définit les grands principes de la réglementation. La directive sera amendée en 2014 par la directive Omnibus II votée le 11 mars 2014 par le parlement européen. Elle définit le calendrier d'application de la norme avec sa mise en vigueur le 1er janvier 2016 et instaure des mesures transitoires pour le passage de manière échelonnée de Solvabilité I à Solvabilité II. Elle introduit aussi des mesures contra-cycliques pour lutter contre la volatilité des marchés et protéger les investissements de long terme. Pour accompagner ces textes d'autres exercices d'application ont été mis en place en plus des QIS, comme IML2 en octobre 2011, LTGA en janvier 2013 et des stress tests annuels jusqu'en 2016.

Solvabilité II comme toutes les réglementations de l'Union européenne dans le secteur financiers suit le processus Lamfalussy étagé sur 4 niveaux. Solvabilité II et Omnibus II sont les textes de niveau 1 de la réglementation : ils instaurent les principes directeurs de la norme et nécessitent une transposition en droit national.

L'application de ces principes se fait par les textes de niveaux 2 et 3. Le niveau 2 est composé du règlement délégué de la commission européenne du 14 octobre 2014 (Commission Europénne, 2014). Il s'agit des mesures applicables par les organismes d'assurance et de réassurance en lien avec la directive. Il est le règlement européen et ne nécessite pas de transcription en droit national.

Le niveau 3 est formé de deux types de textes, les ITS (Implementation Technical Standards), et les Guidelines (orientations en français). Les ITS ont une valeur de règlement européen et sont d'application directe. Les Guidelines sont proposées par l'EIOPA, doivent être prises en compte par les autorités de régulation nationales, mais ne sont pas obligatoires. Elles appliquent le principe du « comply or explain ».

Le quatrième et dernier niveau de Solvabilité II concerne le contrôle du respect du droit et la convergence des pratiques de supervision par la Commission européenne. Ce niveau concerne plus les autorités de contrôle que les acteurs de l'assurance.

1.1.3 Présentation de Solvabilité II

La norme prudentielle Solvabilité II ou directive 2009/148/CE a pour objectif principal d'établir un cadre prudentiel afin de protéger les preneurs d'assurance contre le non-paiement des garanties par l'assureur ou le réassureur. Il en découle la volonté d'une meilleure prise en compte du profil de risque. La Commission européenne souhaite également à travers cette directive une meilleure harmonisation des pratiques entre les États membres pour obtenir davantage de transparence et de concurrence entre les entreprises de l'UE dans le but de créer un marché européen unique de l'assurance.

Conformément à ses objectifs, et en se calquant sur la structure de la norme bancaire « Bâle II », en allant plus loin en matière de complétude des risques pris en compte, « Bâle II » considérant principalement le risque de crédit. La directive Solvabilité II se fonde sur trois piliers, comme l'illustre la figure 1.1.

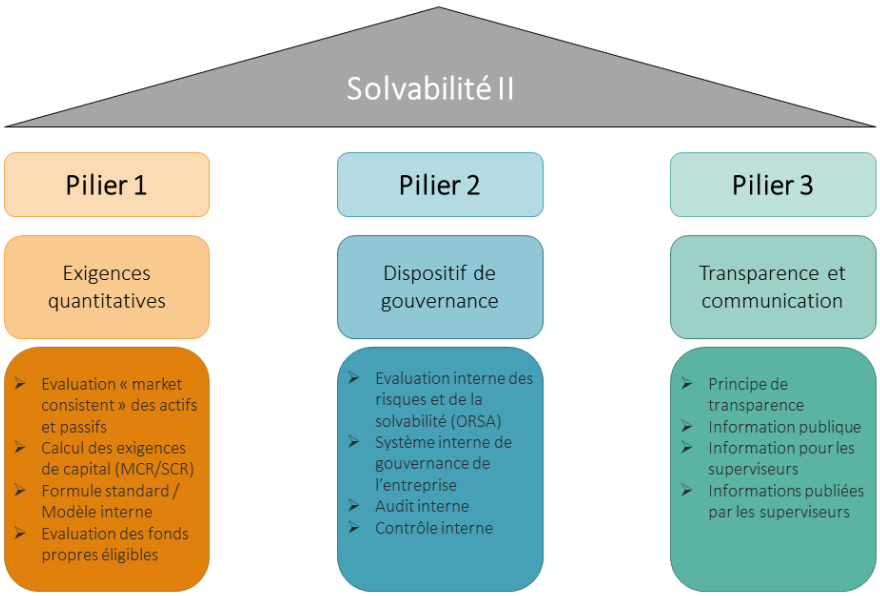


FIGURE 1.1: Les 3 piliers de Solvabilité II

Pilier 1

Le pilier 1 représente les exigences quantitatives de la norme. Il consiste principalement à la constitution du bilan prudentiel avec la vision économique qu'apporte Solvabilité II, et le calcul des exigences de capital nécessaires dans les fonds propres de l'entreprise.

Le bilan prudentiel sous Solvabilité II est un bilan en vision économique et non en vision comptable comme sous Solvabilité I, c'est à dire que les éléments du bilan à l'actif et au passif sont valorisés à leur « juste valeur » et non en valeur historique comme se fut le cas sur Solvabilité I.

Dans un objectif de quantification de leurs risques, les entreprises doivent calculer deux niveaux d'exigences de capital :

- Le **capital de solvabilité requis** (Solvency Capital Requirement en anglais, SCR), est le niveau de fonds propres à détenir par l'entreprise pour éviter une ruine dans 99,5% des cas,
- Le **minimum de capital requis** (Minimum Capital Requirement en anglais, MCR), est le niveau de fonds propres en dessous duquel l'intervention de l'autorité de contrôle sera automatique.

La méthode de calcul du SCR est détaillée dans la section 1.1.4.

Pilier 2

Le pilier 2 caractérise les exigences qualitatives de la directive. Il définit les règles de gouvernance ainsi que de gestion des risques. Le système de gouvernance de Solvabilité II a pour but d'établir une organisation efficace au sein des organismes d'assurance afin de garantir une gestion saine et prudente de l'activité.

Le système de gouvernance prévoit quatre fonctions clés au sein de la structure organisationnelle avec à leur tête des responsables devant correspondre à des exigences d'honorabilité et de compétences, autrement appelées le caractère « fit and proper ». Ils doivent être notifiés à l'autorité de contrôle. Les quatre fonctions clés sont les suivantes :

- La fonction gestion des risques (article 44 de la directive) a pour mission d'organiser un système de gestion des risques efficace qui doit mesurer, gérer et déceler les risques auxquels est confrontée l'entreprise d'assurance ou de réassurance,
- La fonction contrôle interne (article 46 de la directive) doit s'assurer de l'efficacité du cadre de contrôle interne et de la mise en place des procédures administratives et comptables. Cette fonction contient aussi une fonction vérification de la conformité,
- La fonction audit interne (article 47 de la directive) évalue l'adéquation et l'efficacité du système de contrôle interne et plus largement du système de gouvernance,
- La fonction actuarielle (article 48 de la directive) a comme rôle de garantir les méthodes de calcul des hypothèses nécessaires dans l'évaluation des provisions techniques. Elle donne son avis sur la politique de souscription et de réassurance. Enfin elle appuie la fonction de gestion des risques sur l'évaluation des risques.

Après le système de gouvernance, le deuxième élément essentiel du pilier 2 est l'évaluation interne des risques et de la solvabilité (ORSA - Own Risk and Solvency Assessment en anglais) : il est décrit dans l'article 45 de la directive 2009/138/CE. L'ORSA a pour but de proposer une évaluation alternative de la solvabilité, à usage interne et à destination du superviseur. Il fait partie intégrante du système de gestion des risques et sert comme un outil de pilotage de l'activité en fonction du profil de risques. Il peut intégrer des risques complémentaires à ceux évalués dans le pilier 1.

Selon l'article 45 de la directive Solvabilité II, l'ORSA est constituée de trois éléments :

- L'évaluation du **Besoin global de solvabilité** (BGS) dépendant du profil de risque spécifique à l'organisme d'assurance ou de réassurance,
- L'évaluation du respect permanent du SCR et du MCR et des exigences concernant le calcul des provisions techniques,
- L'évaluation de l'écart entre le profil de risque spécifique à l'entreprise et les hypothèses et le profil de risque « type » qui sous-tendent la méthode de calcul du SCR par la formule standard ou par le modèle interne.

L'ORSA ayant pour objectif de s'assurer de la solvabilité et de l'adéquation des montants de fonds propres de l'entreprise à n'importe quel moment, l'horizon temporel utilisé n'est pas le même.

Un des objectifs de l'ORSA est d'évaluer la solvabilité de l'entreprise à tout moment. C'est pourquoi l'horizon temporel de l'ORSA est en pratique entre 3 et 5 ans afin de s'adapter au mieux aux risques de long terme inhérents à l'entreprise, contrairement au pilier 1 où l'évaluation du SCR se fait dans un horizon à 1 an. Contrairement au pilier 1 où les évaluations de bilan et SCR se font en vision run-off, l'ORSA se fait dans un contexte de continuité d'activité.

Pilier 3

Le troisième pilier de Solvabilité II concerne les communications de la situation financière de l'organisme d'assurance fournies au superviseur et au public. Toutes les informations nécessaires de transmettre aux fins d'un contrôle sont décrites dans l'article 35 de la directive. Le système de « reporting » de Solvabilité II consiste en 2 types de rapports :

- Le SFCR[i] destiné à informer le public et doit être publié chaque année. Les informations nécessaires à sa conception sont détaillées dans les articles 51 à 56 de la directive ;
- Le RSR[ii] destiné au superviseur, doit être transmis à l'ACPR tous les 3 ans a minima, annuellement pour les grosses entités.

Ces rapports contiennent principalement des éléments qualitatifs sur les thématiques de l'activité, des résultats, du système de gouvernance, du profil de risque, la valorisation et la gestion du capital. Ces rapports narratifs sont complétés par des QRT[iii], les états quantitatifs annuels, qui sont pour certains inclus dans les annexes du SFCR et du RSR.

1.1.4 Méthodes d'évaluation du bilan

Sous Solvabilité I, le bilan prudentiel était valorisé selon une vision comptable. Il se basait sur les normes comptables nationales. Cette approche a eu pour conséquence une disparité des méthodes de valorisation entre les pays, et une difficulté dans la comparaison des entreprises.
Dans un objectif d'harmonisation des pratiques européennes, la directive Solvabilité II impose à son bilan une vision économique. Les éléments de celui-ci se doivent d'être valorisés à leur « juste valeur ».

[i] SFCR - Solvency and Financial Conditions Report, il s'agit du rapport sur la solvabilité et la situation financière
[ii] RSR - Regular Supervisory Reporting, il s'agit du rapport régulier au régulateur
[iii] QRT - Quantitative Reporting Template

La figure 1.2 représente une version simplifiée du bilan prudentiel.

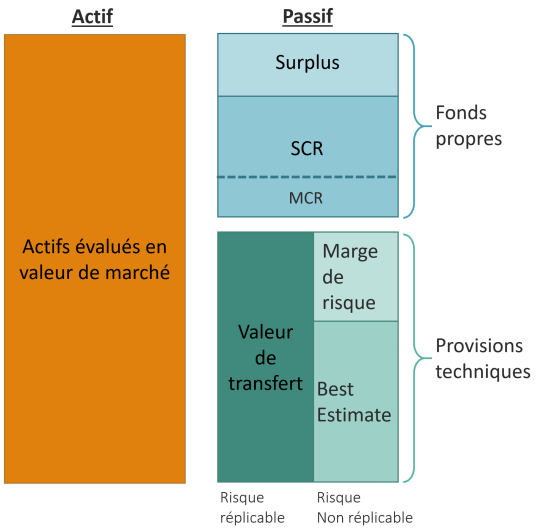


FIGURE 1.2: Bilan prudentiel sous Solvabilité II

Courbe des taux sans risque

Solvabilité II nécessite une valorisation du bilan de la manière la plus juste économiquement. Pour cela, les flux d'actif et de passif sont actualisés à l'aide de la courbe des taux sans risque. Cette courbe a aussi un fort impact sur le bilan des entreprises car elle détermine le rendement des investissements futurs.

Ayant pour mission de contribuer à maintenir la stabilité du système financier, L'EIOPA est chargée de calculer et transmettre la courbe des taux sans risque tous les mois.
La valorisation du bilan nécessite une courbe des taux couvrant des maturités très longues. L'EIOPA fournit une courbe des taux déduits des taux *swaps* observés sur les marchés.

Pour construire sa courbe des taux sans risque, l'EIOPA a choisi la méthode dite Smith-Wilson (SMITH et WILSON, 2001), qui permet d'extrapoler les taux au-delà du dernier point d'observation liquide (LLP - Last Liquid Point en anglais). En effet, les taux observés sur les marchés pour des horizons longs ne sont pas pertinents au sens du critère DLT (Deep Liquid Transparent) et ne sont pas inclus dans la construction.
La méthode Smith-Wilson permet une parfaite interpolation des taux court terme observés sur les marchés. Quant aux taux à très long terme, ces derniers sont extrapolés à partir :

- Des taux des marchés liquides dont la maturité est inférieure au LLP (dans la majorité des devises, les taux correspondent aux taux *swap* 6 mois contre taux fixe) ;
- D'un taux à terme à l'ultime (UFR - Ultimate Forward Rate en anglais) ;
- D'un point de convergence, où les taux instantanés convergent vers l'UFR. Il s'agit du maximum entre 60 ans et LLP + 40 ans.

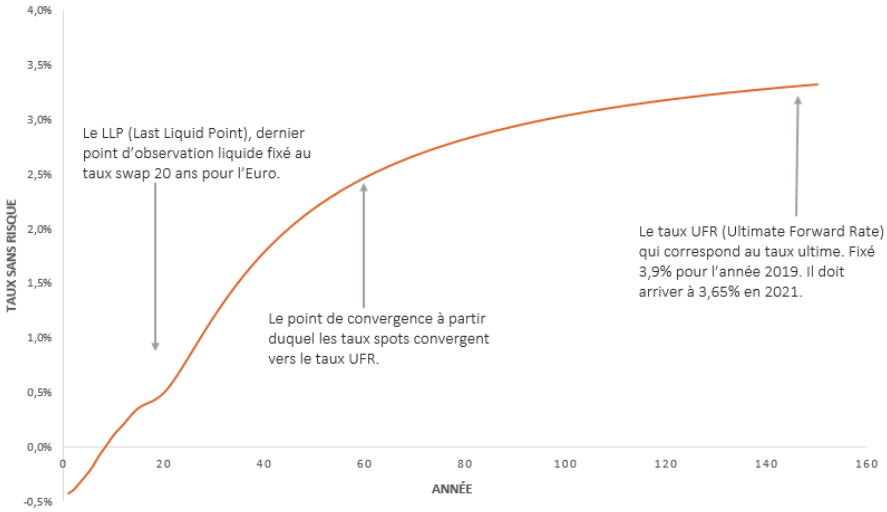


FIGURE 1.3: Courbe des taux sans risque au 31/12/2019 (source : EIOPA)

La figure 1.3 illustre les différents paramètres de la méthode d'extrapolation. Lorsque le LLP est dépassé, une forte hausse de la courbe des taux est constatée. La méthode de Smith-Wilson et les paramètres en entrée de la méthode peuvent expliquer cette discontinuité. L'UFR, par exemple, est beaucoup plus important que les taux long terme observés sur les marchés.

Actif

La réglementation oblige que les placements financiers soient évalués à leur « juste valeur ».

Lorsque les instruments financiers sont fiables et les cours sont observables sur des marchés très actifs, liquides et transparents alors la valeur des actifs est égale à leurs cours de marché, il s'agit d'une approche « mark to market ». Dans le cas où les instruments n'ont pas de prix observables sur des marchés cotés ou lorsqu'il n'existe pas d'instruments similaires ayant des prix observables, alors les actifs sont valorisés à l'aide de modèles mathématiques, il s'agit de l'approche « mark to model ».

Best Estimate

La valorisation des postes à l'actif pour un assureur est relativement simple car la plupart des actifs détenus par des organismes d'assurance sont valorisés sur les marchés, et par conséquent ont une valeur de marché. Cependant les provisions techniques, telles que décrites à l'article 76 de la directive, se définissent comme le prix d'achat des engagements d'assurance. Dans le cadre de risques non réplicables, représentant la majorité des engagements d'assurance, la valeur des provisions techniques est égale à la somme de la meilleure estimation et de la marge de risque.

La meilleure estimation, qu'on appellera BE (*Best Estimate* en anglais) par la suite, correspond à la valeur actuelle probable de l'ensemble des flux de trésorerie futurs actualisés à l'aide de la courbe des taux sans risque.

Le BE se calcule comme suit :

$$BE = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}\otimes\mathbb{P}^a}\left[\sum_{t\geq 1}\delta_t \times F_t\right].$$

Où :

- $\mathbb{P}^a$ est la probabilité historique décrivant la distribution des aléas non financiers,
- $\mathbb{Q}$ est la probabilité risque neutre décrivant la distribution des aléas financiers et réplicables,
- $\delta_t = \exp(-\int_0^t r_s ds)$ est le processus d'actualisation pour la date t, défini en fonction du taux sans risque r_s,
- F_t correspond aux flux de trésorerie (primes, prestations, frais, etc) survenant à la date t.

Le calcul du BE se fait brut de réassurance. Les entreprises doivent utiliser les modèles les plus pertinents et adéquats avec des hypothèses sous-jacentes réalistes pour permettre l'évaluation la plus exacte possible.

Marge pour risque

Les provisions techniques calculées de manière *Best Estimate* se calcule sans marge de prudence. Le rôle de la marge de risque (RM - Risk Margin en anglais) est de permettre une valorisation des engagements d'assurance dans le cadre d'un transfert d'une entreprise à une autre.

La marge de risque est calculée à l'aide d'une approche coût du capital, précisée dans l'article 37 du règlement délégué (Commission Europénne, 2014) :

$$RM = CoC \cdot \sum_{t\geq 0} \frac{SCR(t)}{(1+r_{t+1})^{t+1}}.$$

Où :

- CoC est le taux de coût du capital fixé à 6% pour toutes les entreprises,
- $SCR(t)$ est le capital de solvabilité requis pour l'entreprise après t années,
- r_t représente le taux d'intérêt sans risque de base pour une échéance à t années.

Cette méthode nécessite de calculer le SCR pour chaque année jusqu'à écoulement des engagements de l'entreprise d'assurance, il existe des méthodes d'estimation simplifiées pour le calcul des SCR futurs.

1.1.5 Capital de solvabilité requis, SCR

Le capital de solvabilité requis (SCR) est un élément majeur de la directive Solvabilité II. Il représente le besoin en fonds propres économiques des entreprises d'assurance et de réassurance pour faire face à leurs risques. L'article 101 de la directive 2009/138/CE, définit le SCR comme le montant de fonds propres économiques à détenir par l'organisme pour faire face à une ruine économique dans 99,5% des cas à horizon 1 an, ce qui correspond à une faillite tous les 200 ans.

La mesure de risque retenue est la VaR (Value-at-Risk) qui s'exprime sous la forme suivante :

$$P(X > VaR_\alpha(X)) \leq 1 - \alpha.$$

Avec X une variable aléatoire, qui peut être interprétée comme les pertes en cas de choc et $VaR_\alpha(X)$ la VaR de X au niveau de risque α ($\alpha = 0{,}5$ dans le cadre du calcul du SCR).

L'EIOPA (European Insurance and Obliagatory Pensions Authority, organe consultatif et de supervision de l'Union européenne) propose dans les textes réglementaires deux approches pour calculer le SCR :

- La formule standard,
- Le modèle interne.

La formule standard, est une méthode pensée pour convenir à tous les organismes d'assurance et de réassurance. Elle se base sur une approche modulaire recouvrant tous les risques portés par les entreprises sauf exception (risque de réputation, risques découlant des décisions stratégiques).
Les risques sont classés par modules, puis sous-modules de risques comme présenté sur la figure 1.4.

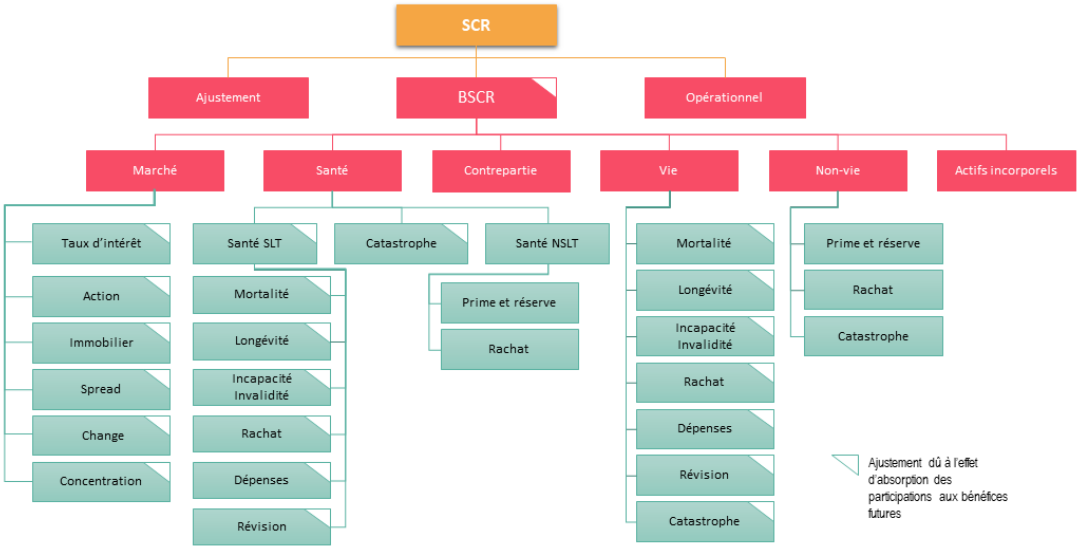


FIGURE 1.4: Cartographie des risques pour la formule standard du SCR

Pour chaque sous-modules de risque, un calcul de besoin de capital est fait, soit par formule fermée (risque de prime et réserve en risque non-vie et risque santé non-SLT), soit par une approche de scénario choqué.

Sous une approche de scénario choqué, le bilan économique est calculé à t=0 dans le cadre d'un scénario central et dans le cadre d'un scénario choqué. Le SCR du sous-module de risque correspond

à l'impact négatif sur les fonds propres économiques du passage du scénario central au scénario de stress :

$$SCR_{sous-module} = max(NAV_{central} - NAV_{choc}, 0).$$

Où la NAV (Net Asset Value) correspond à la différence entre la valeur des actifs et le *Best Estimate*.

Les scénarios de stress sont modélisés avec l'application de choc sur les facteurs de risques tels que les actions, taux d'intérêt dans le cadre des risques de marché, sur la longévité ou la mortalité en risque vie. Ces chocs doivent représenter une survenance du risque au niveau 0,5%.

Les travaux s'orientent principalement sur le changement du traitement des taux d'intérêt dans la revoyure 2020. Par conséquent, le module de risque de taux est le seul sous-module dont la méthode de calcul dans la formule standard est expliquée plus en détail dans la suite de cette section.

Le risque de taux d'intérêt

Le risque de taux d'intérêt selon la réglementation actuelle est égal au maximum de pertes de fonds propres dans le cadre d'une baisse ou d'une hausse soudaine des taux. Deux SCR sont calculés se basant sur deux scénarios choqués différents :

- Une hausse de la courbe des taux sans risque,
- Une baisse de la courbe des taux sans risque.

Le risque de taux d'intérêt est un choc particulier car il a un impact sur les provisions techniques avec l'actualisation des flux futurs en plus d'avoir un impact sur la valorisation des actifs dépendant des taux. Il détermine aussi les valeurs de la matrice de corrélation du module risque de marché selon le choc retenu : baisse ou hausse des taux. Le choc appliqué à la courbe est un choc relatif dépendant de l'échéance du taux.

$$taux_{up}(t) = taux(t) + max(\theta_{up}(t) \times |taux(t)|; 1\%)$$

$$taux_{down}(t) = \begin{cases} taux(t) \times (1 + \theta_{down}(t)) & \text{si } taux(t) \geq 0 \\ taux(t) & \text{sinon} \end{cases}$$

Où :

- taux(t) est le taux de la courbe des taux sans risque pour la maturité t,
- $\theta_{up}(t)$ est le choc relatif à appliquer au taux de maturité t dans le cadre d'un choc à la hausse,
- $\theta_{down}(t)$ est le choc relatif à appliquer au taux de maturité t dans le cadre d'un choc à la baisse.

En conséquence de l'environnement des taux bas, le choc relatif a peu d'impact. Pour remédier à cela, l'EIOPA propose un choc minimal d'un point de pourcentage pour le choc à la hausse. En 2014, date de vote du règlement délégué par le parlement européen, l'hypothèse de taux négatifs n'était pas envisageable par les autorités européennes. En conséquence, le règlement délégué n'applique pas de choc à la baisse aux taux négatifs.

Table 1.1: Choc sur la courbe des taux

Échéances (en années)	Choc à la hausse	Choc à la baisse
1	70%	-75%
2	70%	-65%
3	64%	-56%
4	59%	-50%
5	55%	-46%
6	52%	-42%
7	49%	-39%
8	47%	-36%
9	44%	-33%
10	42%	-31%
11	39%	-30%
12	37%	-29%
13	35%	-28%
14	34%	-28%
15	33%	-27%
16	31%	-28%
17	30%	-28%
18	29%	-28%
19	27%	-29%
20	26%	-29%
...	...	...
90	20%	20%

Les maturités non présentes dans le tableau 1.1 sont interpolées linéairement. Les chocs appliqués aux taux de maturité inférieure à 1 an sont les mêmes que ceux pour les taux de maturité 1 an.

Le calcul du SCR par module

Après le calcul des sous-modules de risque, les modules de risque souscription santé, vie, non-vie et le risque de marché sont calculés en agrégeant les SCR des sous-modules via des matrices de corrélations données par l'EIOPA dans la directive. Les SCR par module ont donc la formule suivante :

$$SCR_{module} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j}.$$

Où :

- $Corr_{i,j}$ représente la corrélation entre les sous-modules de risques i et j,
- SCR_i est le besoin en capital pour un sous-module de risque.

Pour obtenir le BSCR une nouvelle agrégation est faite à partir des 6 grandes catégories de risques.

Le calcul final du SCR

Afin de refléter au mieux la situation économique d'une entreprise d'assurance et de réassurance, le BSCR est complété par 2 éléments pour obtenir le SCR final :

$$SCR = Adj + BSCR + SCR_{op}.$$

Où :

- Adj est le mécanisme d'ajustement prenant en compte la capacité d'absorption des provisions techniques et des impôts différés,
- SCR_{op} représente le besoin en capital pour faire face au risque opérationnel, calculé par formule fermée.

1.2 La revoyure Solvabilité II 2020

Solvabilité II est la norme en vigueur depuis le 1er janvier 2016, faisant table rase des précédentes directives (02/12/CE en vie et 2002/13/CE en non-vie) en matière de structure, de valorisation des actifs et des provisions techniques ainsi que la détermination des besoins en capital. Il a donc été décidé à travers la directive Omnibus II d'instaurer des clauses de revoyure. La première portant sur les textes de niveau 2, son objectif est de mettre à jour la calibration de certains paramètres et adapter la structure de la formule standard en tirant profit des premières années de mise en pratique de Solvabilité II. La seconde revoyure, toujours dans un objectif d'amélioration et d'adaptation de la norme, vise à modifier les textes de niveau 1 et plus particulièrement les mesures sur les garanties long terme.

1.2.1 La revoyure 2018

Le considérant 150 du règlement délégué prévoyait déjà en 2015 une revue de ce même règlement par la Commission européenne avant la fin 2018. Le processus de revue s'est déroulé de 2016 à 2020.

En juillet 2016, la Commission européenne demande dans un « Call for Advice » à l'EIOPA de proposer des mesures concernant la revue de paramètres sur les modules de risques de souscription, la transparisation mais aussi les techniques d'atténuation du risque. La Commission demande dans un second « Call for Advice » en février 2017, les modifications à apporter pour favoriser les investissements dans les petites et moyennes entreprises. L'EIOPA a répondu à ces deux demandes par des recommandations techniques appelées « Set of advice » en octobre 2017 et février 2018. L'EIOPA suggère des mesures à prendre pour les différents thèmes proposés par la Commission.

En novembre 2018 la Commission suggère un projet d'amendement du règlement délégué pour consultation avec les États membres. La version définitive est adoptée le 8 mars 2019 et publiée au Journal Officiel en juin 2019, (Commission Europénne, 2019).

Les principaux points de cette revoyure sont décrits dans les sections suivantes.

L'approche par transparence

La revoyure amende l'approche par transparence, permettant aux entreprises, lors du calcul du SCR, d'utiliser la dernière allocation d'actifs connue de l'OPC ou fonds d'investissements détenus par l'organisme. Avant cela, lorsque l'approche par transparence ne pouvait être appliquée à un fonds, le calcul du SCR pouvait être effectué en prenant l'allocation d'actifs cible du fonds. Cette mesure ne pouvait pas s'appliquer à plus de 20% de l'actif de l'organisme. La revoyure permet également que l'utilisation de la dernière allocation d'actifs connue puisse s'appliquer dans une limite de 20% des actifs pour lesquels l'assureur porte le risque. L'amendement autorise l'exclusion du seuil de 20% des actifs pour lesquels l'assuré porte le risque, permettant d'alléger la limitation.

La revoyure étend également l'approche par transparence aux investissements dans des entreprises liées, exerçant un rôle de fonds d'investissement pour l'organisme.

Investissements dans les PME

Suite à la volonté de l'Union européenne de favoriser le financement dans les PME, la Commission encourage les investissements dans les actions non cotées à l'aide d'un traitement préférentiel sous certaines conditions. Le choc appliqué à ces actions est un choc pour des actions de type 1 soit une baisse de leur valeur de 39%, contre 49% auparavant. Les conditions d'éligibilité sont décrites à l'article 168 du règlement délégué de la revue.

Mesures sur les actions long terme

Dans le projet d'amendements de fin 2018, la Commission propose de prendre en compte une réduction du risque sur les actions de long terme en réduisant le choc à 22% pour des portefeuilles d'actions de long terme (LTEIP). Cependant les conditions d'éligibilité ont été jugées beaucoup trop contraignantes par les ministères des finances de la France et des Pays-Bas.

Après plusieurs négociations appuyées par le ministère des finances des Pays-Bas, de la direction du Trésor français, et des propositions de l'EIOPA, le 8 mars 2019 la Commission inclus dans le règlement délégué une mesure permettant aux actions de long terme de bénéficier d'un choc de 22% sur leur valeur quand ils sont regroupés au sein d'un portefeuille, appelé « Long Terme Equity Investment Portfolio (LTEIP) », respectant des conditions en terme d'adossement actif-passif, de durée de détention et de sensibilité à la situation de l'entreprise (article 171 bis du règlement délégué). Malgré la réduction des exigences d'intégration au portefeuille, cette mesure est très peu utilisée du fait des contraintes.

1.2.2 Enjeux et problématiques liés à la revue 2020

La revue 2020 de Solvabilité II constitue une deuxième phase dans le processus d'amendement de la norme, la première phase consistant en la revue 2018. Cette première n'est assez pas assez ambitieuse selon le point de vue des assureurs (Simoen et Boutier, 2019). Les organismes d'assurance attendaient des mesures sur les risques actions. Les changements apportés par la revue 2018 n'atteignent pas les niveaux attendus par les entreprises, avec des critères trop restrictifs à leur goût. Toujours dans un objectif de financement de l'économie réelle, les assureurs espèrent avec cette revue de nouvelles mesures permettant une plus grande diversification de leur portefeuille et une amélioration de leurs rendements. Le contexte économique morose lié à la crise et aux besoins d'accompagnement des plans

de relance des pays européens risque d'accentuer encore plus l'opposition entre ambitions politiques et vision par les risques. Les discussions et débats sur fond de financement de l'économie observés durant la première revue entre gouvernement, assureur et régulateur sur le sujet des LTEIP, seront présents au vu des mesures proposées.

Solvabilité II se veut applicable à tous les acteurs de la chaîne d'assurance en Europe, sauf exception. Cependant, les assureurs de petite taille estiment que la mise en conformité avec le cadre prudentiel engendre une charge trop élevée. La technicité de la norme, notamment la distinction des quatre fonctions clés, contraint les entreprises à posséder un large panel de profils dans ses effectifs. Ce coût élevé, sur le plan financier et opérationnel, oblige certaines petites structures à se rapprocher d'autres entreprises. Une refonte de certaines règles de proportionnalité est attendue par les mutuelles et les petits assureurs afin de supporter le coût d'application de cette norme.

La méthode d'évaluation du bilan en valeur économique crée de la volatilité sur les provisions techniques et les fonds propres. Les assureurs sont fortement impactés par les variations de marché. La complexité de ces méthodes jugées excessives nuit à la comparabilité des bilans. L'environnement persistant de taux bas ou négatifs pose question sur la prise en compte actuelle du risque de taux d'intérêt. La charge en capital dans le cadre d'une baisse des taux est lourdement sous-estimée. Comment l'EIOPA et les instances européennes vont prendre en compte les problématiques autour des taux, écart entre la courbe des taux et les valeurs de marchés et la mésestimation du risque de taux ?

1.2.3 La mise en place de la revoyure 2020

La revoyure 2020 de Solvabilité II prévue par Omnibus II a pour objectif d'amender la directive 2009/138/CE avec un objectif central de réformer les mesures du paquet « branches longues ». Mais l'orientation des mesures prises dans la revue 2018 ont obligé la Commission à revoir son champ d'action pour cette revoyure. L'EIOPA a donc été invitée par la Commission dans son « Call for Advice » du 11 février 2019, à fournir des spécifications techniques sur 19 points avant le 15 janvier 2020.

Les principaux thèmes abordés sont :

- Les garanties long terme et les mesures sur le risque action ;
- Les hypothèses et méthodes utilisées dans la formule standard ;
- Les règles sur l'application du calcul du MCR par les autorités prudentielles ;
- La supervision des groupes ;
- La politique macroprudentielle ;

L'EIOPA consulte une première fois les entreprises du secteur à l'été 2019 sur son analyse et ses évolutions concernant les sujets « reporting » et fonds de garantie. Une seconde consultation publique sur tous les autres sujets du « Call for Advice », (EIOPA, 2019) est lancée le 15 octobre 2019, et a pour échéance le 15 janvier.

Pour compléter l'avis technique fourni dans les consultations publiques, l'EIOPA a effectué deux collectes d'information :

- Le *Holistic Impact Assesment* (HIA), demandée par la Commission européenne dans le « Call for Advice » de février 2019, a pour objectif de mesurer l'impact combiné des mesures proposées sur la solvabilité des entreprises du secteur ;
- La *Complementary Information Request* (CIR), une collecte de données exceptionnelle prenant en compte les évolutions des marchés financiers et de l'activité assurantielle dues à la pandémie de Covid-19.

L'EIOPA devait dans un premier temps émettre son avis final à la Commission européenne avant le mois de juillet 2020. En raison de la pandémie, l'autorité européenne a finalement publié son avis définitif le 17 décembre 2020 (EIOPA, 2020a).

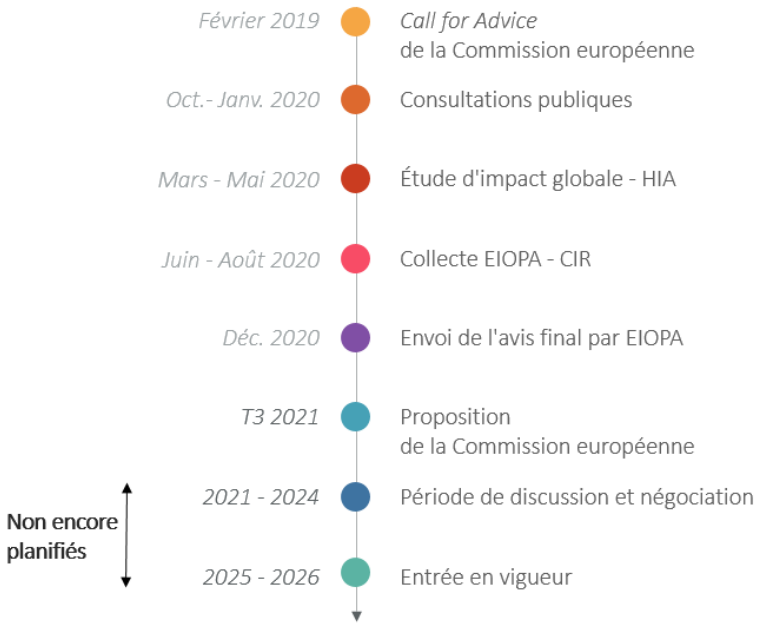


FIGURE 1.5: Chronologie de la mise en place de la revue 2020

Après l'avis final de l'EIOPA, la Commission européenne doit à son tour faire une proposition pour la revue au 3me trimestre 2021. Ensuite s'engage une période de discussion et négociation qui aboutira sur une entrée en vigueur de la revue à partir de 2025 au plus tôt.

1.2.4 Les mesures de la revue 2020

Dans son *Consultation Paper*, l'EIOPA revoit les points demandés par la Commission européenne. Le document est séquencé en 11 parties :

- Les mesures LTG ;
- Les provisions techniques ;

- Les fonds propres ;
- La formule standard ;
- Le MCR ;
- Le *reporting* ;
- La proportionnalité ;
- La supervision des groupes ;
- La liberté de fournir des services et de s'établir ;
- La politique macroprudentielle ;
- Les plans de sauvetages et résolutions des défaillances.

Mes principales mesures en lien avec les garanties long terme et le SCR de marché sont étudiées dans la suite de cette section. Une attention particulière est portée aux changements dans la structure de la courbe des taux sans risque et à la nouvelle approche pour calibration des chocs de taux. Ces mesures seront étudiées dans la suite du mémoire.

Les garanties long-terme

L'objectif majeur de la revue est d'évaluer et d'apporter des modifications aux mesures pour les garanties long-terme. Ces mesures prennent en compte les caractéristiques de passif des assureurs. En effet, les assureurs, plus particulièrement les assureurs vie possèdent dans leur portefeuille de passif des contrats avec des engagements très longs, comme les contrats de type retraite où l'assureur s'engage à payer une rente jusqu'au décès de l'assuré. Dans cette partie les changements appliqués à ces mesures seront abordés.

La Volatility Adjustment (VA)

La *Volatility Adjustment* est une mesure contracyclique s'appliquant à la courbe des taux sans risque. Son principal objectif est de réduire la volatilité des fonds propres économiques liée aux chocs de spread court terme sur les actifs obligataires, (Launay, 2019). Solvabilité II exige une évaluation en valeur de marché des actifs, ce qui implique que le bilan des assureurs est exposé au comportement procyclique des marchés. En effet sur les marchés financiers, la hausse du prix d'un actif implique une hausse de sa demande et entraîne les investisseurs à acheter l'actif avant que le prix ne soit trop élevé. À l'inverse, la baisse du prix d'un actif encourage les assureurs à vendre leur placement pour protéger leurs fonds propres car la potentielle baisse future du prix de l'actif impactera la valeur de l'actif au bilan.

Les assureurs, investissant principalement dans les obligations, sont exposés à l'écartement excessif des spreads qui induit une baisse de la valeur des obligations et donc de la valeur totale de leurs actifs.

Pour corriger cela, la VA est une prime sur les taux forward de marché utilisés pour construire la courbe des taux sans risque.

La VA a deux composantes : une composante pour une même zone monétaire représentant la prime de liquidité moyenne pour les assureurs de cette zone. La deuxième composante représente une partie

spécifique à chaque pays, elle s'applique lorsqu'un écartement des spreads dans un pays est plus important que le spread observé dans la zone monétaire.

Pour le calcul de la VA, un écart « currency » ($S_{RC-currency}$) et un écart « country » ($S_{RC-country}$) sont déterminés comme la différence entre le spread moyen et le risque de crédit. Le spread moyen est déterminé par la formule suivante :

$$S = w_{gov} \times max(S_{gov}; 0) + w_{corp} \times max(S_{corp}; 0).$$

Où :

- w_{gov} est le poids des obligations d'état dans le portefeuille de référence ;
- w_{corp} est le poids des obligations d'entreprise dans le portefeuille de référence ;
- S_{gov} est le spread moyen des obligations d'état dans le portefeuille de référence ;
- S_{corp} est le spread moyen des obligations d'entreprise dans le portefeuille de référence.

Le risque de crédit est calculé de la manière suivante :

$$RC = w_{gov} \times RC_{gov} + w_{corp} \times RC_{corp}.$$

Où :

- RC_{gov} est le spread fondamental moyen des obligations d'état dans le portefeuille de référence ;
- RC_{corp} est le spread fondamental moyen des obligations d'entreprise dans le portefeuille de référence.

Pour l'écart « currency » le portefeuille de référence est un portefeuille représentatif des assureurs de la zone monétaire. Pour l'écart « country », le portefeuille représente les assureurs du pays.

Le calcul de la VA est déduit de l'écart « currency » et de l'écart « country » seulement si celui-ci représente plus de 100 points de base.

$$VA = GAR \times [S_{RC-currency} + max(S_{RC-country} - 2 \times S_{RC-currency}; 0)].$$

Le GAR est le taux d'application général fixé à 65%.

L'EIOPA dans le *Consultation Paper* propose une multitude d'options pour répondre à deux déficiences techniques identifiées sur la méthode actuelle de calcul de la VA :

- L'interdiction d'utiliser des spreads moyens négatifs : pour les obligations d'état allemand des spreads moyens négatifs ont été observés à plusieurs reprises,
- Les hypothèses du portefeuille de référence sont actualisées sur une base annuelle, or la VA est calculée chaque mois, ce qui demande un gel des hypothèses sur le portefeuille représentatif sur une année causant des surestimations de VA. La surcompensation de VA intervient lorsque le ratio de solvabilité est meilleur en condition stressée avec VA que dans une situation centrale sans VA. Le stress est un écartement des spreads égal à 100 bps.

Partant de ce constat et des recommandations du Call for Advice, l'EIOPA propose plusieurs options ; parmi les huit options du *Consultation Paper* seulement cinq sont retenues :

TABLE 1.2: Les différentes options pour la VA

Options	Description
Option 1	Prise en compte du portefeuille de l'entreprise via les poids des investissements. L'EIOPA fournit les spreads corrigés par types d'actifs. L'entreprise calcule la VA représentative de son portefeuille.
Option 4	Correction de la surcompensation avec un ratio d'application prenant en compte la différence de proportion d'actifs de revenu fixe dans le portefeuille de l'entreprise.
Option 5	Calcul d'un ratio d'application prenant en compte la part de passif illiquide de l'entreprise.
Option 6	Modification du calcul du spread fondamental, 30% du spread moyen pour les obligations d'état et 50% pour les obligations d'entreprise.
Option 8	Transformation de la VA « country » en VA macro applicable en cas de crise. La VA macro est l'écart de spread de l'état et de sa moyenne des 60 derniers mois. La VA macro remplace la VA permanente, actuelle VA « currency », si le seuil d'alerte est déclenché, soit un écart entre le spread du pays et sa moyenne supérieur à 20 bps.

Dans le *Consultation Paper*, deux approches sont suggérées. La première combinant les options 4, 5, 6 et 8. La VA permanente serait calculée à l'aide des options 4, 5 et 6, la VA macro comme décrit au dessus. La VA serait déterminée par la forme suivante :

$$VA_i \begin{cases} max(VA^{perm}; VA^{macro}) & \text{si la situation de crise est déclenchée} \\ VA^{perm} & \text{sinon} \end{cases}$$

La deuxième approche recommandée est la combinaison des options 1, 4 et 5. La VA serait calculée de la manière suivante :

$$VA = 65\% \times AR \times RC_S.$$

Où :

- AR est le ratio correspondant au minimum entre le ratio calculé à l'option 4 et celui de l'option 5 ;
- RC_S est le spread corrigé prenant en compte les poids des actifs dans le portefeuille de l'assureur.

Dans son avis définitif l'EIOPA retient la première approche. La VA est, dans sa structure, séparée en deux, une VA permanente et une VA macro. La VA permanente reprend le rôle de l'écart « currency » et se calcule de la manière suivante :

$$VA^i_{perm} = GAR \times AR^i_4 \times AR^i_5 \times Scale \times S_{RC}.$$

Où :

- GAR est le taux d'application général passant de 65% à 85% ;
- AR^i_4 est le taux d'application atténuant l'effet de surcompensation de l'entreprise i : il mesure l'écart de duration et de volume entre les investissements à revenu fixe et le passif d'assurance de l'entreprise ;

- AR_5^i est le taux d'application prenant en compte le caractère illiquide du passif de l'assureur ;
- Scale est le facteur d'échelle du portefeuille représentatif visant à apporter le poids des revenus fixes des instruments à 1. Il est calculé comme l'inverse de la somme des poids des obligations d'État et d'entreprises dans le portefeuille représentatif ;
- S_{RC} est le spread corrigé du portefeuille représentatif.

La VA macro reprend le rôle de la VA « country » visant à améliorer son déclenchement et à la clarifier, elle est mesurée comme suit :

$$VA_{macro,j} = GAR \times AR_4^i \times AR_5^i \times \omega_j \times max(Scale_j \times S_{RC,j} - 1,3 \times Scale \times S_{RC}\ ;\ 0).$$

Où :

- $Scale_j$ est le facteur d'échelle du portefeuille représentatif du pays j ;
- $S_{RC,j}$ est le spread corrigé du portefeuille représentatif du pays j ;
- ω_j est le facteur d'activation progressive.

La VA macro s'active de manière progressive, dès lors que le niveau du spread corrigé du pays ($S_{RC,j}$) est supérieur de 30% au niveau du spread corrigé du portefeuille représentatif (S_{RC}).

Changement dans la structure de la courbe des taux sans risque

Plusieurs problèmes ont été soulevés dans le *Consultation Paper* concernant la structure actuelle de la courbe des taux sans risque. Ces problèmes poussent l'EIOPA à considérer des changements de structure. Le premier problème soulevé est la sous-estimation des provisions techniques. Dans la construction actuelle, les taux après le LLP sont extrapolés et convergent vers l'UFR. Même si la méthodologie du calcul de l'UFR a changé, il prend en compte les changements dans les taux réels long terme attendus chaque année. L'UFR reste très au-dessus des taux de marché observés à 20 ans. Une remontée rapide de la courbe des taux à partir de 20 ans est observée. La conclusion est que la méthode actuelle sur-évalue les taux à partir de 20 ans et entraîne une sous estimation des provisions techniques.

Le deuxième problème identifié par l'EIOPA est l'inadéquation de la structure actuelle avec les évaluations DLT des taux de marchés. Les évaluations DLT des taux swap en 2016 et 2017 confirment que les taux swap de maturités 25, 30, 40 et 50 ans pour l'euro respectent l'évaluation DLT et donc peuvent être intégrés au calcul de la courbe des taux.

Le choix de la période de convergence cause des problèmes de market consistency. La vitesse de convergence est d'au minimum 40 ans (40 ans dans le cadre de l'euro). L'ESRB (European Systemic Risk Board en anglais) a publié en 2017 un rapport (Fiedor, 2017) proposant d'étendre la période de convergence à 100 ans pour donner plus de poids aux données de marchés, et respecter de manière plus importante la market consistency.

Les enjeux présentés au dessus sont illustrés sur la figure 1.6.

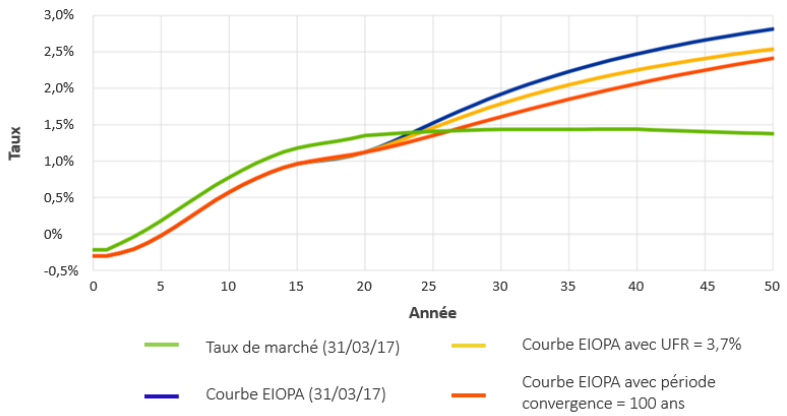


FIGURE 1.6: Inadéquation de la courbe des taux aux données de marché (Source : ESRB et EIOPA)

Les données de marché en mars 2017 sont en très forte inadéquation avec les taux de la courbe pour les maturités 20 à 50 ans. Le choix d'une période de convergence plus longue permet de réduire cet écart. Il est également illustré que la baisse de l'UFR déjà mis en oeuvre actuellement permet également une réduction du décalage entre le marché et le modèle.

Enfin, le changement de structure n'est pas seulement impactant pour les aspects quantitatifs mais aussi pour la gestion des risques. Les assureurs avec des engagements dépassant le LLP doivent faire un choix entre couvrir le risque avec les taux extrapolés par la méthode de Smith-Wilson ou alors par les taux de marchés. Dans le premier cas, l'assureur s'expose fortement au risque de marché à long terme. Dans le deuxième, la couverture du risque via les taux de marchés engrange une forte volatilité sur le calcul des provisions techniques et des fonds propres.

Face à ces enjeux, l'EIOPA propose quatre options différentes dans le *Consultation Paper* :

- Garder le LLP à 20 ans mais renforcer les contrôles dans le pilier 2 et 3. L'EIOPA propose que les entreprises ajoutent les résultats d'analyse de sensibilité à un changement de LLP à 50 ans dans le RSR mais aussi dans le SFCR. Dans le cadre d'un non recouvrement du SCR ou MCR si le LLP est étendu à 50 ans, les entreprises devront fournir des preuves que leur politique de rémunération des actionnaires ne met pas à mal les engagements envers les assurés ;

- Accroître le LLP à 30 ans. Cette option se veut être une balance, entre le besoin d'améliorer le critère de market consistency, d'éviter les incitations à une mauvaise gestion des risques dans le cadre d'engagements long terme et la stabilité dans le calcul des provisions techniques et des fonds propres au cours du temps. Cette option demande toujours une analyse de sensibilité avec un changement du LLP à 50 ans avec des preuves de bonne gestion de la politique de rémunération des actionnaires en cas de ratio de couverture inférieur à 100% ;

- Accroître le LLP à 50 ans. Cette option est en ligne avec l'évaluation du critère DLT des taux swap.

- Utiliser une autre méthode alternative d'extrapolation de la courbe des taux sans risque, appelée « méthode des points lissés », cette méthode s'appliquerait à toutes les devises. Comme pour les deux premières options, une étude de sensibilité est exigée dans le RSR et le SFCR afin d'étudier

un changement du FSP passant de 20 à 50 ans. Le FSP est le paramètre équivalent au LLP dans la nouvelle méthode.

La nouvelle méthode d'extrapolation proposée se distingue en deux segments :

- Sur la première partie jusqu'au premier point de lissage (FSP - First smoothing point en anglais), équivalent du LLP dans la méthode alternative, fixé à 20 ans pour l'euro, les taux sans risque y sont calculés de proche en proche (*bootstrapping*). Le taux sans risque des maturités ne répondant pas aux critères DLT sont interpolés avec l'hypothèse que les taux forward sont constants entre les deux maturités DLT les plus proches. Ce segment est similaire à la méthode Smith-Wilson ;
- Sur le second segment au-delà du FSP, les taux sans risque sont déduits de l'extrapolation des taux forward se basant sur une fonction prenant en compte l'UFR, les taux swaps pour les maturités DLT supérieures au FSP ainsi qu'un paramètre de vitesse de convergence.

Les taux forward au-delà du FSP sont extrapolés comme suit :

$$f_{20,20+h} = ln(1 + UFR) \times (1 - B(a,h)) + LLFR \times B(a,h),$$

$$B(a,h) = \frac{1 - exp(-ah)}{ah}.$$

Où :

- $f_{x,y}$ est le taux forward entre la maturité x et y ;
- a représente la vitesse de convergence ;
- h est le pas de temps entre le FSP et la maturité désirée.
- LLFR, le dernier taux forward liquide.

Puis les taux zéro coupon sont déduits des taux forward de manière continue :

$$z_{20+h} = exp\left(\frac{20 \times z_{20} + h \times f_{20,20+h}}{20 + h}\right) - 1.$$

Le LLFR prend en compte les maturités respectant le critère DLT au-delà du FSP. Pour les années 2019 et 2020 les maturités 25, 30, 40 et 50 ans correspondent à ce critère et le LLFR est calculé selon la formule suivante :

$$LLFR = w_{20} \times f_{15,20} + w_{25} \times f_{20,25} + w_{30} \times f_{20,30} + w_{40} \times f_{20,40} + w_{50} \times f_{20,50}.$$

Avec w_x le poids des swaps de maturité x.

Le poids w_x pour une maturité x est basé sur le niveau de liquidité des swaps sur le marché. Il se calcule comme suit :

$$w_x = \frac{V_x}{V_{20} + V_{25} + V_{30} + V_{40} + V_{50}}.$$

Où V_x est le volume annuel moyen de swaps de maturité x échangé sur les marchés.

L'application des quatre options proposées par l'EIOPA sur la courbe des taux est illustrée sur la figure 1.7.

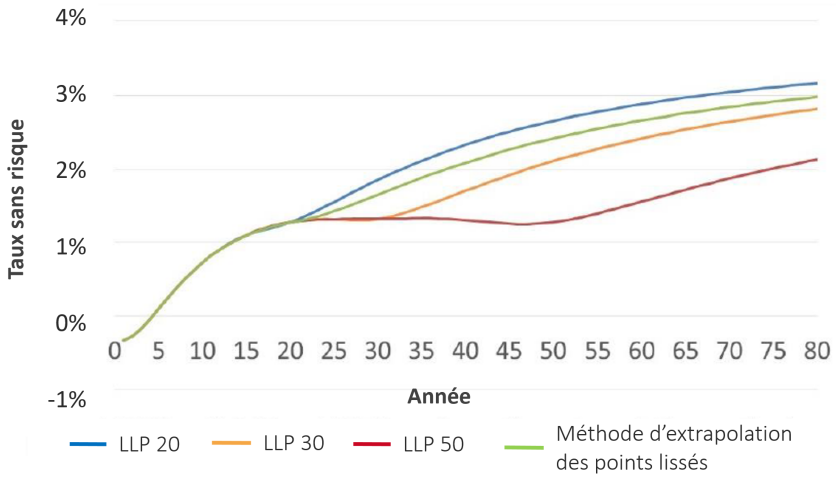


FIGURE 1.7: Modifications de la courbe des taux à fin 2018 (EIOPA, 2019)

La prise en compte de taux observés sur les marchés pour des maturités plus grandes dans le contexte actuel conduit à abaisser significativement la courbe des taux sans risque sur les maturités supérieures à 20 ans. Plus le LLP est grand, plus la baisse des taux est importante. La méthode alternative implique aussi un abaissement de la courbe des taux moins fort que le changement de LLP.

Dans son avis final rendu en décembre 2020, l'EIOPA choisit de retenir l'option de changement de méthode d'extrapolation. Pour l'EIOPA, ce choix est un arbitrage entre adéquation avec la réalité des marchés et la stabilité de la volatilité des taux d'intérêts. L'autorité européenne propose pour lisser l'impact de l'introduction de la méthode des points lissés, d'introduire une mesure transitoire afin de réduire ce risque. La mesure se base sur le paramètre de vitesse de convergence a qui *in fine* sera évalué à 10%. La durée de la transition sera déterminée pour qu'elle se termine en 2032. La valeur de a évoluera en fonction du taux sans risque pour la maturité du FSP et de l'avancement dans la période de convergence. Elle sera déterminée selon les règles suivantes :

- Si le taux sans risque au niveau du FSP est supérieur à 0,5% alors $a = 10\%$;
- Si le taux sans risque au niveau du FSP est inférieur à -0,5% alors a vaut une valeur X, X étant égal à 20% la première année de transition puis réduit linéairement pour atteindre 10% en 2032 ;
- Si le taux sans risque au niveau du FSP se situe entre -0,5% et 0,5% alors la valeur de a sera interpolée linéairement entre X et 10%.

Durant la phase transitoire, lorsque le paramètre sera supérieur à 10%, les entreprises devront étudier l'impact sur leur solvabilité d'un retour à 10% du paramètre de convergence.

Ce mémoire étudiant les évolutions proposées avant la parution de l'avis final, il a été choisi d'étudier l'impact d'un changement du LLP à 30 ans.

Le SCR marché

La modification de la formule standard est l'objectif principal de la précédente revue. La formule a donc subi de nombreux ajustements. L'EIOPA se satisfait globalement des mesures prises ; sur la majorité des points d'attention adressés par la commission européenne, l'EIOPA ne propose pas de nouveaux changements. Cependant, au niveau du risque de marché quelques modifications nouvelles sont suggérées.

Risque de taux d'intérêt

L'EIOPA a, en 2018, suggéré de sa propre initiative aux instances européennes une réforme de la structure du choc de taux d'intérêt. La suggestion part d'un constat flagrant d'une mauvaise adéquation de la calibration des chocs. Le principe du SCR est de quantifier le niveau de fonds propres à détenir pour éviter la ruine économique à 1 an avec un niveau de confiance de 0,5%. Les chocs appliqués doivent donc représenter des scénarios de stress réalisés 1 fois tous les 200 ans.

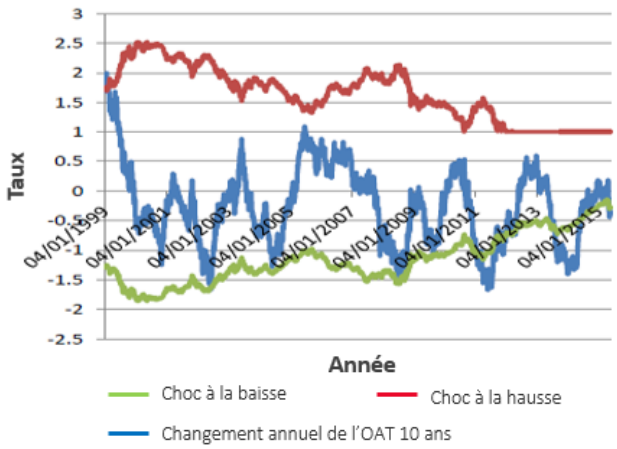


FIGURE 1.8: Comparaison du changement de l'OAT 10 ans et des chocs de la formule standard (FIEDOR, 2017)

La figure 1.8 représente le résultat du back-testing de l'EIOPA sur la calibration des chocs qui confirme la mauvaise calibration. À partir de 2011 à plusieurs reprises le choc à la baisse est atteint par la variation des taux observés sur le marché. La formule standard sous-estime la baisse des taux à horizon 1 an. Cette mauvaise adéquation est la résultante d'une calibration relativement ancienne par rapport aux évolutions récentes des taux. La calibration du sous module de risque de taux a été effectuée en 2009 ne prenant pas en compte les années ultérieures. Il est à rajouter que les taux négatifs ne sont pas choqués à la baisse, ce qui n'est pas cohérents avec les observations faites ces dernières années sur lesquelles les taux peuvent décroître même en étant négatif.

La nouvelle structure pour le sous module de risque de taux proposée par l'EIOPA est l'approche par translation relative. Elle consiste en un choc multiplicatif, représenté par le facteur s et un choc absolu, représenté par le facteur b, tous les deux dépendant de la maturité (notée m) du taux d'intérêt (noté r). Les formules mathématiques des chocs à la hausse et à la baisse sont les suivantes :

$$r_m^{up} = r_m \times (1 + s_m^{up}) + b_m^{up} \; et \; r_m^{down} = r_m \times (1 - s_m^{down}) - b_m^{down}.$$

L'ajout d'un choc additif à l'approche relative permet dans un contexte de taux très proche de zéro d'avoir une variation des taux. De plus l'EIOPA préconise de supprimer la règle sur le non-choc négatif des taux à la baisse. Pour appuyer sa nouvelle calibration, l'EIOPA a effectué un back-testing de la méthode proposée sur des données allant de l'année 1999 à 2016 dans le *Consultation Paper*. Le tableau 1.3 présente le nombre de fois que les taux sans risque ont atteint les taux choqués à la hausse ou à la baisse de l'année précédente calculés via la calibration proposée, pour les 5 214 observations de taux spot sans risque pour différentes maturités.

Table 1.3: Nombre de dépassements des taux

Maturité	Choc à la baisse	Choc à la hausse
1Y	25	0
2Y	25	0
3Y	25	0
4Y	25	0
5Y	25	0
6Y	25	0
7Y	25	0
8Y	25	0
9Y	25	0
10Y	25	0
11Y	25	0
12Y	25	0
15Y	25	1
20Y	25	1
25Y	4	56
30Y	0	102
35Y	1	110
40Y	1	110
45Y	1	110
50Y	1	110
55Y	1	110
60Y	2	114

Le nombre de dépassements attendus est 26 car environ 0,05% des 5 214 observations. Pour les maturités allant de 1 à 20 ans, le nombre de dépassements à la baisse est en phase avec les attentes. En effet, pour le choc à la baisse la calibration n'a été effectuée qu'à partir des données récoltées sur l'euro. Cependant, pour le choc à la hausse, le nombre de dépassements est très bas voire nul jusque 25 ans puis explose au dessus du nombre de brèches attendus. La calibration du choc à la hausse pour l'euro est très prudente car très peu réalisable. Néanmoins le risque de choc à la hausse des taux est un risque que les assureurs vie craignent peu, il est très rare que la remontée brusque des taux dégrade plus la NAV qu'une baisse de ces derniers. En effet dans une majorité des cas le SCR de taux à la baisse prévaut sur celui à la hausse. La calibration de la nouvelle approche donne pour LLP à 20 ans, les scénarios à la figure 1.9. Les données sont celles du 31/12/2019 fournies par l'EIOPA.

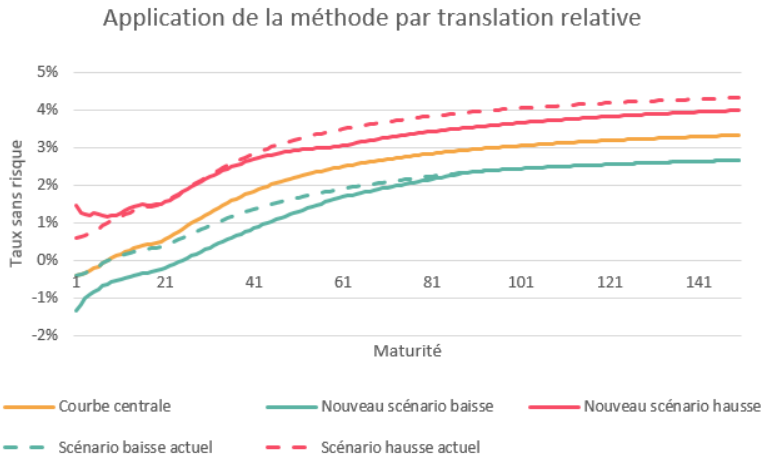


FIGURE 1.9: Application de la nouvelle calibration au 31/12/2019

Il est observé que pour le choc à la baisse, la trajectoire est nettement inférieure sur les maturités jusque 80 ans. A la hausse, le changement est plus fort sur les toutes premières maturités grâce au facteur additif. En revanche, plus les maturités sont grandes et moins les taux sont choqués à la hausse, en effet les facteurs multiplicatifs, prenant le pas sur le facteur additif lorsque les taux sont élevés, ne sont pas aussi important que dans la calibration actuelle.

L'EIOPA prévoyait dans le *Consultation Paper* de faire dépendre la calibration au choix de LLP. Cependant dans son avis final, l'autorité choisit de changer de méthode d'extrapolation et de ne pas changer de LLP. La calibration sera donc celle proposée pour une courbe des taux avec LLP égal à 20 ans. De plus, elle ajoute deux choses à cette calibration :

- L'application d'un *floor* à -1,25% sur les taux choqués à la baisse : ce choix n'a que très peu d'impact, au 31/12/2019 il n'est déclenché que pour la maturité 1 an (-1,335% sans le floor) ;
- L'atténuation de l'impact de la nouvelle calibration via une mesure transitoire sur le choc à la baisse. L'EIOPA propose une transitoire sur 5 ans. Chaque année les entreprises devront calculer le SCR de baisse des taux avec l'ancienne et la nouvelle calibration et intégrer de manière graduée la nouvelle calibration.

Ainsi durant la période transitoire le SCR à la baisse sera calculé comme suit :

$$SCR_{final}^{baisse}(t) = SCR_{acte}^{baisse}(t) + \frac{t}{5}(SCR_{revue}^{baisse}(t) - SCR_{acte}^{baisse}(t)).$$

Où :

- t est l'année de transition allant de 1 à 5 ;
- $SCR_{revue}^{baisse}(t)$, le SCR à la baisse de l'année t calculé avec l'approche par translation relative ;
- $SCR_{revue}^{baisse}(t)$, le SCR à la baisse de l'année t calculé avec l'approche définie dans les actes délégués ;

Les facteurs additifs et multiplicatifs seront calibrés selon des données jusqu'au LLP puis extrapolés linéairement jusque 60 ans pour le choc additif et 90 ans pour le choc multiplicatif. Les tables de la calibration des chocs sont en annexe.

SCR action

Lors de la précédente revue, plusieurs mesures ont été prises sur les investissements en actions. Les actions non cotées peuvent être considérées comme des actions de type 1, type 2 auparavant, sous certaines conditions. Le deuxième changement, très attendu par les acteurs, est la création d'une classe d'action long-terme donnant accès à une réduction du choc action passant à -22%. Dans son analyse des mesures appliquées en 2018, l'EIOPA distingue quelques points d'attention.

L'article 171a du règlement délégué stipule toutes les conditions pour bénéficier de la réduction de charge pour le portefeuille d'action long-terme (LTEIP). Les actions du portefeuille doivent toutes être cotées dans l'EEE ou, si les actions sont non cotées, l'entreprise doit avoir son siège social dans l'EEE. Cette condition ne donne aucune indication sur la diversification du portefeuille. L'EIOPA veut donc rajouter une condition à la mesure LTEIP qui est de préciser que les portefeuilles doivent être bien diversifiés.

Suite à l'introduction des LTEIP, le sous-module risque basé sur la duration permettant de bénéficier d'une baisse du choc sur la valeur des actions à 22% sous condition de duration suffisante n'est pas plébiscité. Une seule entreprise l'utilise en Europe en 2017. Les deux mesures ont un but commun : bénéficier de coût du capital moindre grâce à une durée de détention d'actions longue. L'EIOPA préconise d'arrêter de donner des agréments pour utiliser le sous-module de duration.

Actuellement les actions LTEIP sont des sous-classes d'actions type 1 et 2. Elles bénéficient du même effet de diversification que les actions court-terme. L'EIOPA explore plusieurs options telles que :

- ne pas diversifier les LTEIP avec les autres actions,
- ne pas diversifier les LTEIP avec les autres risques de marché.

Ce constat s'appuie sur le point de vue économique que l'investissement en actions long terme est moins affecté par les fluctuations court-terme des marchés impliquant donc une dépendance moindre des LTEIP avec les autres risques financiers de court terme.

1.2.5 Impact général de la revue

Bien que l'approche globale de l'EIOPA sur la revue soit basée sur un principe d'évolution plutôt que de révolution (Abadie, 2020), la volonté d'adapter le cadre réglementaire au contexte actuel de taux bas et négatifs engendre des impacts significatifs sur la charge en capital des assureurs vie. En effet les modifications apportées à la *Volatility Adjustment* étaient attendues par les acteurs de l'assurance vie. Ils souhaitaient que ces mesures leur permettent d'améliorer leur solvabilité. Seulement ces dernières n'apportent pas clairement d'augmentation de la VA, les ratios d'application ont tendance même à faire baisser la prime de liquidité. Néanmoins l'adaptation de la méthode de calcul de la VA au profil de l'assureur génère des écarts entre les différents profils. Par exemple les assureurs ayant en stock une part importante de contrats retraite, jugés très illiquides pour le calcul du ratio d'application, pourront bénéficier d'une augmentation de la correction pour volatilité.

En revanche pour ce qui est du changement dans la structure de la courbe des taux et de la nouvelle calibration du SCR de taux d'intérêt, les effets ont la même direction indépendamment du profil de l'assureur vie. Le changement dans la courbe des taux, abaissée sur les maturités supérieures au LLP, génère une baisse de l'actualisation du *Best Estimate* mais aussi une baisse de la performance des actifs. Plus l'assureur est engagé sur des durées longues et plus ses résultats seront dégradés par ces deux effets simultanément.

La translation vers le bas du scénario de chute de taux augmente considérablement le besoin en capital pour ce risque chez les assureurs vie. Les portefeuilles d'actifs adossés aux contrats en euro sont fortement investis dans des obligations à revenu fixe, ce type d'actif sont les plus impactés par cette mesure. En revanche les contrats UC sont moins affectés de par leurs garanties moins contraignantes pour les assureurs.

Il va donc être question, dans la suite de ce mémoire, de mesurer l'impact sur la solvabilité d'un assureur vie proposant des contrats multisupports, des deux mesures clairement identifiées comme contraignantes pour les acteurs de l'assurance vie à savoir le changement de structure de la courbe des taux, plus particulièrement le changement vers un LLP à 30 ans et la nouvelle calibration du risque de taux.

Les assureurs vie ayant une activité basée principalement sur les fonds euros, sont les assureurs les plus menacés par les mesures présentées. Les retombées attendues pourront être critiques en matière de solvabilité. Des éléments de réponse seront apportés sur la possibilité pour l'assureur d'utiliser des leviers sur son activité ou sa politique d'investissement afin de compenser les effets de la revoyure.

Chapitre 2

Présentation du GSE, du modèle ALM et des hypothèses de portefeuille

Les mesures sur la construction de la courbe des taux sans risque et la calibration des courbes des taux choquées sont celles traitées dans ce mémoire. Elles apportent des modifications majeures sur l'évaluation du bilan mais aussi sur le calcul du SCR. L'implémentation dans les modèles de projection stochastique des entreprises d'assurance d'une ou plusieurs de ces deux mesures peut faire évoluer les différents indicateurs de solvabilité et postes du bilan. L'objectif de ce chapitre est donc d'étudier l'impact des amendements proposés par l'EIOPA. Le contexte réglementaire étant posé dans le chapitre précédent, ce chapitre présente les spécificités de l'assurance vie et plus particulièrement des contrats épargne, objets de ces travaux. Il convient également de présenter le modèle de gestion actif-passif et le Générateur de scénarios économiques utilisé. Enfin, il présente les hypothèses du portefeuille suivies de l'étude des impacts des mesures sur le portefeuille épargne.

2.1 Présentation des contrats épargne en assurance vie

2.1.1 L'assurance vie

Les contrats d'assurance vie sont des contrats d'assurance qui font naître des engagements dont la nature dépend de la durée de la vie humaine. Contrairement à l'assurance dommage où l'aléa porte sur la réalisation ou non d'un sinistre, en assurance vie le décès est certain. Le risque porte sur la durée de vie résiduelle de l'assuré. Un contrat d'assurance vie est un contrat garantissant à l'assuré, en échange du paiement d'une prime, le versement d'une somme d'argent en cas de survenance d'un évènement lié à la vie de l'assuré. Les garanties sont de deux types :

- Les garanties en cas de vie : une somme d'argent est versée sous forme de rente ou capital à un bénéficiaire, si l'assuré est en vie à la date de fin du contrat ;
- Les garanties en cas de décès : un bénéficiaire reçoit une rente ou un capital suite à la mort de l'assuré durant la durée du contrat.

Les contrats appelés « assurances vie » dans le langage courant sont en réalité des contrats épargne bénéficiant des deux types de garanties, en cas de vie et en cas de décès de l'assuré. Les sommes

cumulées chaque année sont reversées aux bénéficiaires en cas de décès de l'assuré avant la fin du contrat ou à l'assuré en cas de rachat ou au terme du contrat.

2.1.2 Les contrats épargne

Un contrat d'épargne est un produit d'assurance ayant la particularité d'être un placement financier à capitalisation viagère. Les primes de l'assuré sont investies par l'assureur conformément à sa politique de placements financiers et fluctuent selon les intérêts perçus alimentant le compte et participant aux intérêts futurs. L'assuré peut décider de racheter totalement ou partiellement son épargne au cours du contrat. Le contrat prend fin dans trois cas de figures : en cas de décès de l'assuré , de rachat total du contrat ou d'arrivée à terme du contrat.

L'épargne, le placement le plus populaire en France

Les produits d'épargne tiennent leur popularité principalement de leur fiscalité avantageuse dans l'éventualité d'une succession. Sur le marché des produits de placement, ils ont la réputation d'avoir un bon rapport rendement/risque, meilleur que les investissements en titres ou en liquidités. La baisse des taux depuis 1980 et la part importante d'obligations dans le portefeuille des assurances garantissent des taux de revalorisation des placements plus importants que ceux observés sur les marchés. L'avantage de la baisse des taux est à mesurer ces dernières années car les taux servis sur les fonds en euros ont été fortement dégradés (Capitaine, 2020).
La fédération française des assurance (FFA) constate qu'en 2019 40% des finances des ménages français sont placées dans des produits d'épargne assurantiels (FFA, 2020).

Le contrat d'épargne est perçu comme un placement attractif pour plusieurs situations : le financement de projet, la préparation d'un complément de retraite, le transfert de patrimoine.

Les rôles dans un contrat épargne

Plusieurs acteurs entrent en jeu dans un contrat épargne :

- L'assuré qui est la personne exposée au risque défini par le contrat, son décès ou sa survie ou encore le rachat constituent les évènement qui déclenchent le versement d'une somme d'argent aux bénéficiaires. Dans le cadre de ce mémoire les évènements sont seulement le décès et le rachat ;
- Le souscripteur qui est la personne payant les primes, il désigne les bénéficiaires ;
- Les bénéficiaires sont les personnes qui reçoivent la somme d'argent de la part de l'assuré en cas de décès ou de rachat. Si le souscripteur décide de retirer une partie ou toute l'épargne, il est le bénéficiaire. Dans le cadre du rachat du contrat, si un bénéficiaire autre que le souscripteur a accepté le contrat, appelé alors bénéficiaire acceptant, le rachat ne peut se faire sans l'accord de ce celui-ci ;
- L'assureur est la personne morale commercialisant le produit. Il porte le risque, reçoit les primes et verse les prestations.

Pour simplifier, le souscripteur et l'assuré sont confondus dans la suite du mémoire.

Les supports

Dans un contrat d'épargne les primes et les versements sont placés sur un ou plusieurs supports d'investissement. Il existe trois types de support :

- Les fonds en euros ;
- Les fonds en unités de compte (UC) ;
- Les fonds euro-croissance.

Les **fonds en euros** sont des supports sur lesquels le capital de l'épargnant est garanti à tout moment par l'assureur selon les modalités prédéfinies dans le contrat. L'assuré ne peut donc pas observer de perte en capital, en dehors des chargements prélevés par l'assureur. Chaque année, le capital est revalorisé, d'un taux de rendement (positif ou nul) défini par l'assureur dans les conditions générales du contrat et d'un taux de participation aux bénéfices. La participation aux bénéfices est discrétionnaire mais doit respecter les minimas réglementaires et contractuels.

La sécurité offerte par la garantie du capital à tout moment oblige que l'investissement de l'épargne se fasse majoritairement dans des obligations (d'état ou d'entreprise). En effet, elles ont la particularité d'être moins risquées que les autres classes d'actifs mais également moins rémunératrices.

Les autres types de support sont les **fonds en unité de compte**. Les montants placés sur ces fonds sont investis sur des supports financiers tels que des parts ou actions de valeurs mobilières ou immobilières (OPCVM, SICAV, FCP). La garantie d'un fonds en UC porte sur le nombre de parts et non sur le capital contrairement aux fonds en euros.
Lors du dépôt de primes ou versements sur le fonds, ces primes sont converties en nombre de parts. Ce nombre dépend de la valeur liquidative du fonds à la date de dépôt.

Il s'établit par la formule suivante :

$$Nombre\ de\ parts = \frac{Valeur\ des\ primes\ ou\ versements}{Valeur\ liquidative\ du\ fonds\ à\ la\ date\ d'investissement}.$$

Ensuite le capital de l'assuré fluctue en fonction de la performance du fonds et de ce nombre de parts. Ce type de support fait porter entièrement le risque par l'assuré mais bénéficie de rendement espéré plus important que les fonds en euros.

Dans le cadre de ce mémoire, l'hypothèse que les fonds en UC suivent la performance de la classe d'actif Action modélisée dans le modèle ALM est émise.

Les fonds **euro-croissance** sont des contrats apparus en 2014, différents des fonds en euros ou en unité de compte. Ces contrats permettent d'investir dans des entreprises françaises. L'espérance de rendements de ces fonds est supérieure à celle des fonds en euros. En contrepartie, le capital est garanti à 100% seulement à partir de 8 ans. Ce type de contrats n'est pas étudié dans ce mémoire.

Les types de contrat

Les fonds représentent une base pour les contrats, il en existe deux grands types :

- Les contrats **mono-supports**, pour lesquels les primes investies par l'assuré sont placées exclusivement sur un type de support : euros ou UC ;
- Les contrats **multi-supports**, qui permettent à l'assuré d'investir ses primes sur différents supports. Ces contrats garantissent le capital pour la part investie en euros et le nombre de parts pour la part investie en UC. Il permet aux clients de diversifier les risques pour bénéficier d'un rendement meilleur que celui d'un contrat mono-support en euros (grande majorité des contrats en épargne).

Dans le cadre de ce mémoire, les contrats modélisés sont des contrats multi-supports, dont 82% de l'épargne est investie dans des fonds euros et 18% dans des fonds en UC. Cette répartition se base sur les données fournies par l'EIOPA concernant la répartition des activités (EIOPA, 2020).

Taux minimum garanti et participation aux bénéfices

Les contrats épargne en euros comportent deux mécanismes de revalorisation telles que le taux minimum garanti (TMG) et la participation aux bénéfices (PB).

Le TMG est le taux annuel minimum de revalorisation des provisions mathématiques, soit le capital de l'assuré. Le TMG peut être fixe ou variable pour un nombre d'années défini. Il peut également être fixé pour toute la durée du contrat, ce qui est le cas dans notre modélisation.

La PB est la part des bénéfices réalisés par l'entreprise qui est reversée aux assurés. Elle est calculée en pourcentage des bénéfices réalisés et peut être fixée dans le contrat. Cependant elle doit respecter un minimum réglementaire, précisé dans les articles A. 331-3 et A. 331-8 du Codes des Assurances. L'organisme d'assurance doit redistribuer aux assurés au minimum :

- 85% des bénéfices financiers, ou plus exactement les gains réalisés à l'aide des investissements de l'épargne des assurés ;
- 90% des bénéfices techniques, les bénéfices techniques sont les gains faits par l'assureur liés à la mortalité et la gestion.

Dans le cas où les soldes techniques et financiers sont négatifs, les assurés ne reçoivent aucune participation, c'est à l'assureur d'assumer les pertes intégralement.
Dans la plupart des contrats les taux de participation contractuelle sont plus élevés que le minimum réglementaire.

Les primes

Les primes sont les sommes d'argent que paie l'assuré pour alimenter son épargne. Il en existe trois types :

- La prime unique versée à la souscription du contrat ;

- Les primes périodiques de montant et périodicité fixes qui peuvent être mises en oeuvre tant à la souscription qu'en cours de vie du contrat ;
- Les versements libres dont ni le montant et ni la date de versement ne sont fixés par les termes du contrat.

Un taux de chargement et de frais est appliqué au versement avant la comptabilisation de ces sommes sur le compte du souscripteur.

Les travaux effectués dans cette étude traitent des contrats à prime unique et sans possibilité de versement libre.

Les chargements

Les chargements sont un moyen pour l'assureur de se rémunérer et de couvrir ses dépenses liées à l'activité d'assurance. Il en existe plusieurs types, en voici une liste non-exhaustive :

- Les frais de dossier, un montant fixe à payer lors de la souscription ;
- Les frais d'adhésion dans le cadre de contrats collectifs souscrits au travers d'une association d'épargnants (AFER, AGIPI, etc.) ;
- Les frais d'acquisition, ou chargements sur primes, ils s'expriment comme un pourcentage du versement ou de la prime (ne pouvant pas dépasser 5%) et sont prélevés à chaque paiement de primes ou versements par le souscripteur ;
- Les chargements de gestion, quant à eux sont un taux déduit tous les ans de la provision mathématique, aussi appelée encours, de l'assuré.

Dans ce mémoire, les prélèvements sur encours sont de 0,6% (respectivement 0,9%) pour les fonds en euros (respectivement les fonds en UC). Ces taux de chargements sur encours ont été déterminés à l'aide de données de marché provenant de l'ACPR (Capitaine, 2019).

Les sorties possibles

Les contrats épargne étudiés sont des contrats viagers, c'est à dire que l'épargne est garantie jusqu'au décès de l'assuré. Cependant, il est possible pour le preneur d'assurance de racheter son capital, les rachats peuvent être totaux, c'est-à-dire que tout le capital est retiré, ou partiels lorsqu'une partie de l'épargne est laissée sur le compte. Pour ce type de sortie, l'assureur peut pénaliser les rachats dans une limite de 5% des sommes versées. Les rachats sont expliqués plus en détail dans la section 2.2.3.

Au décès de l'assuré, les bénéficiaires peuvent obtenir une sortie de l'épargne sous forme de capital ou de rente viagère. Le capital se présente comme un versement unique de la provision mathématique aux bénéficiaires. La rente, quant-à-elle permet aux bénéficiaires de recevoir une pension à une périodicité déterminée dans le contrat. Dans le cadre de cette étude, le modèle ne prendra en compte que des sorties en capital.

2.2 Modèle de gestion actif-passif utilisé

2.2.1 Présentation du modèle de gestion actif-passif

Le modèle utilisé dans ce mémoire est un modèle de gestion actif-passif épargne simplifié à des fins d'études sous Excel et VBA. Le modèle sera appelé modèle ALM dans la suite. Ce dernier est un modèle prospectif d'un portefeuille épargne. Il permet de projeter de manière stochastique ou déterministe selon deux univers de projection (risque neutre et risque réel) le vieillissement des actifs et du passif tout en tenant compte des interactions actif/passif. Le modèle projeté, selon un horizon de projection prédéfini, fournit le compte de résultat, le bilan comptable, le bilan en norme Solvabilité II et la décomposition du SCR. Celui-ci étant calculé à l'aide de la formule standard. Le modèle prend en compte des actions de management notamment sur la politique de taux servi et l'utilisation de la participation aux bénéfices.

2.2.2 Modélisation des provisions

Trois types de provisions sont modélisées, il s'agit de la provision mathématique, la provision pour participation aux bénéfices et la réserve de capitalisation. Chaque provision est détaillée dans cette partie.

La **provision mathématique (PM)** est définie à l'article R.331-3 du Code des assurances, (Ministère de l'Économie et des Finances, 2019) : il s'agit de la « différence entre les valeurs actuelles des engagements respectivement pris par l'assureur et les assurés ». Elle représente le montant que l'assuré doit avoir en réserve pour faire face aux engagements vis à vis de l'assuré. La PM correspond pour les contrats en euros à la somme des primes versées revalorisées des intérêts perçus, ajoutés chaque année soustraits des prestations versées et des chargements. La valorisation au titre des intérêts est calculée en fonction du taux minimum garanti (TMG) du contrat et de la participation aux bénéfices.

La **provision pour participation aux bénéfices (PPB)** découle du mécanisme de participation aux bénéfices (PB), définie aux articles L.132-19 et A.132-10 à A.132-17 du Code des Assurances, (Ministère de l'Économie et des Finances, 2017). Un contrat investi dans des fonds euros garantit une rémunération minimum par deux moyens, le taux minimum garanti (TMG) et la PB. Le TMG est la revalorisation minimale prévue dans le contrat. La PB est la somme que l'assureur est obligé de verser aux assurés, elle est d'au moins 85% des bénéfices financiers et 90% des bénéfices techniques. La PB peut être supérieure selon les conditions indiquées dans le contrat. La participation aux bénéfices n'est pas forcément reversée dès la fin de l'exercice mais peut être stockée en PPB pour être redistribuée dans les 8 ans à venir. Cette provision permet aux assureurs de lisser leurs résultats futurs.

Le modèle ALM propose trois politiques de taux servi différentes, en plus du TMG :

- Le versement uniquement de la PB contractuelle ;
- La reprise de la PPB dans l'éventualité d'une insuffisance de la PB contractuelle pour verser le taux cible ;
- Une réduction de la marge financière si la reprise sur PPB et la PB contractuelle ne suffisent pas à verser le taux cible.

Dans le cadre des travaux, le taux cible pris en compte pour la revalorisation est le TME, soit le taux zéro coupon de maturité 10 ans dans le modèle. Il a été préféré d'utiliser la politique de reprise de PPB pour servir le taux cible.

La **réserve de capitalisation (RC)**, définie à l'article R.333-1 du Code des Assurances, (Ministère de l'Économie et des Finances, 2015). Cette provision liée aux obligations est expliquée à la section 2.2.4.

2.2.3 Modélisation des prestations décès et de rachats

Cette section décrit les prestations versées aux assurés à savoir les prestations décès et de rachats.

Les prestations décès sont calculées pour chaque année de projection, *model point* par *model point*. La table de mortalité de référence dans le modèle est la table TH 00-02. Dans un souci de simplification tous les assurés suivent la mortalité masculine. La table TH 00-02 est renseignée en entrée du modèle. Ainsi pour chaque année de projection la PM d'ouverture du *model point* de passif est diminuée du taux de mortalité correspondant à l'âge de ce dernier. Les prestations décès globales sont retrouvées en additionnant les prestations décès de chaque *model points*.

Pour ce qui est des prestations de rachats, le modèle ALM ne distinguent pas les rachats partiels et totaux. Cependant il fait la distinction entre les rachats structurels et conjoncturels.

Les rachats structurels sont les rachats liés aux caractéristiques des contrats (garanties proposées, fiscalité), ce type de rachat est aussi lié aux caractéristiques et comportement des assurés. Les taux de rachats structurels sont déterminés par les rachats observés dans un contexte économique « standard ». La fiscalité des contrats d'assurance vie est pénalisante dans la première phase de détention du contrat, soit les huit premières années, elle est ensuite plus clémente. Le taux d'imposition sur les plus values réalisées est de 17,2%. Une fois les huit années de détention passées le taux d'imposition décroît à 7,5% dont 4 600 € de plus-values non taxées. Le taux de rachat structurel croît en même temps que la durée de détention du contrat. Ces derniers sont contenus dans une table en entrée du modèle ALM. Il est à préciser qu'à partir de neuf années de conservation du contrat le taux de rachat structurel ne varie plus.

Les rachats conjoncturels sont les rachats mesurés lors d'un changement d'environnement économique. Ils dépendent de la législation et de la situation économique de l'assureur. Ces taux de rachats sont modélisés en considérant qu'ils augmentent lorsque les assurés ne sont pas satisfaits du taux servi et vont trouver un contrat plus rémunérateur ailleurs. Le modèle ALM détermine le taux de rachat conjoncturel pour chaque *model point* par une fonction prenant en argument le taux servi de l'année précédente ainsi que le taux cible soit le TME dans ce modèle. La fonction est définie de la manière suivante :

$$RC(R) = \begin{cases} RC_{max} & si\ R - TME < \alpha \\ RC_{max}\frac{(R-TME-\beta)}{\alpha-\beta} & si\ \alpha \leq R - TME < \beta \\ 0 & si\ \beta \leq R - TME < \gamma \\ RC_{min}\frac{(R-TME-\gamma)}{\delta-\gamma} & si\ \gamma \leq R - TME < \delta \\ RC_{min} & si\ R - TME \geq \delta \end{cases}$$

Avec $RC_{min} = -5\%$, $RC_{max} = 30\%$, $\alpha = -5\%$, $\beta = -1\%$, $\gamma = 1\%$ et $\delta = 3\%$.

Pour chaque *model point*, le taux de rachat est la somme des taux de rachat structurel et dynamique, il vient diminuer la PM d'ouverture déjà amputée des prestations décès, car les décès, par hypothèse,

interviennent en milieu d'année. Pour chaque année de projection, les prestations de rachats totales sont calculées en faisant la somme des prestations par *model point*.

La dernière étape pour calculer la provision mathématique de clôture est la revalorisation de la PM d'ouverture après prestations et prélèvement des chargements. La provision mathématique à la clôture par *model point* est calculé grâce à la formule suivante :

$$PM_{clo} = (PM_{ouv} - Chargements - Presta_{DC} - Presta_{rachat}) \times (1 + Taux\ servi)$$

Où :

- PM_{clo} est la PM de clôture par *model point* ;
- PM_{ouv} est la PM d'ouverture par *model point* ;
- $Chargement$ est le montant de chargements sur encours par *model point* ;
- $Presta_{DC}$ est le montant de prestations en cas de décès par *model point* ;
- $Presta_{rachat}$ est le montant des prestations en cas de rachat par *model point* ;
- $Taux\ servi$ est le taux de revalorisation de la PM en fin d'année calculé par *model point* en fonction d'un algorithme décrit à la section 2.2.5.

2.2.4 Modélisation des actifs

Quatre classes d'actifs différentes existent au sein du modèle, voici une présentation de chaque classe :

- Les **actions** : elles sont catégorisées en deux types différents (type 1, type 2). La catégorisation est celle appliquée par la norme Solvabilité II. Les actions de type 1 sont des actions cotées sur des marchés réglementés dans des pays membres de l'Espace économique européen (EEE) ou de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Toutes les actions cotées sur les marchés français, britanniques, allemands sont des actions de type 1 (CAC 40, Eurostoxx 50). Les actions de type 2, sont des les actions cotées en bourse dans des pays qui ne sont pas membres de l'EEE ou de l'OCDE, les actions non cotées et autres investissement alternatifs. Les actions de type 2 ne sont pas présentes dans l'étude faite dans ce mémoire ;
- Les **obligations** : tout comme les actions il en existe deux types, les obligations à taux fixe émises par les états, aussi appelées *govies*, et celles émises par les entreprises, également appelées *corporates*. Les *govies* sont des obligations reversant un coupon annuel fixe et le nominal à maturité. Le placement dans des obligations d'état est un placement très sûr car la probabilité de défaut est très faible. Les obligations *corporates* ont la même structure que les obligations d'état à l'exception que les coupons servis par ces obligations sont plus importants que ceux des *govies*, en raison du risque de défaut plus important. Afin de pendre en compte l'aspect plus risqué un spread de 0,5% est appliqué aux obligations *corporates* ;
- Le **cash** ;
- L'**immobilier**.

Modélisation des actions et de l'immobilier

Les montants initiaux des classes actions et immobiliers sont en entrée du modèle et sont définis sous la forme d'un pourcentage du passif initial qui contient les provisions mathématiques, la provision pour participations aux bénéfices, et la réserve de capitalisation. Le taux de plus ou moins-values initial ainsi que le taux de plus-values automatique réalisé pour les deux classes sont des paramètres en entrée du modèle. Les diffusions des indices actions et immobilier sur l'horizon de projection sont des tables en entrée du modèle qui proviennent du GSE.

Pour chaque année de projection les classes actions passent par un processus en plusieurs étapes.

Le vieillissement

Lors de la première année, la valeur nette comptable (VNC) est en entrée du modèle et la valeur de marché (VM) est retrouvée à l'aide de la VNC et du taux de plus-value initiale (18% pour les actions et 14% pour l'immobilier), $VM = VNC \times (1 + Taux\ PV\ initiale)$. Les années suivantes, la VNC prend la valeur de la VNC à la fin de l'année précédente et la VM varie selon les variations de l'indice action entre l'année précédente et l'année actuelle. De plus, dans le cas où les actions seraient en situation de plus value latente, un pourcentage (15%) des actions est vendu afin de réaliser des produits financiers.

Le rebalancement

Après le vieillissement des classes d'actifs, l'allocation change. Le modèle étant à allocation fixe, une phase de rebalancement est nécessaire pour retrouver la distribution de départ. Ainsi une assiette de rebalancement est calculée prenant en compte la balance des flux de l'année en cours (prestations, ventes liées au turnover, tombées de coupons et remboursement de nominal) ainsi que la valeur de marché des actifs après vieillissement. Ensuite la valeur cible est déterminée pour chaque actif et une opération d'achat/vente est opérée pour atteindre celle-ci. Dans le cas d'une vente des actions pour atteindre la valeur cible, les plus values générées augmentent les produits financiers.

Le procédé est équivalent pour les actifs immobiliers.

Modélisation des obligations

Pour l'initialisation du modèle, les obligations détenues par l'assureur doivent être renseignées en entrée du modèle, elles sont regroupées en *model points* caractérisés par la maturité résiduelle et le type d'obligation. Pour chaque *model point* le taux de coupon annuel, la valeur nette comptable, le nominal et la valeur de marché doivent être renseignés.

À chaque début d'année de projection les VM et VNC de chaque obligation sont les mêmes que celles en fin de projection l'année précédente.

Le vieillissement

Chaque année après récupération des VM et VNC initiales, les tombées de coupons de chaque obligation en stock ainsi que les amortissements sont enregistrées en produits financiers. L'amortissement d'une obligation est la différence entre le prix d'achat et le nominal qui sera remboursé à maturité.

Cette valeur est amortie linéairement dans le modèle. En revanche les obligations en entrée et celles achetées durant la projection sont des obligations achetées au pair, c'est à dire que le prix d'achat est le nominal. Il n'y a donc pas d'amortissement. Le nominal des obligations arrivant à échéance est aussi comptabilisé en produits financiers.

Ensuite pour les obligations restant en stock leur valeur de marché est recalculée selon la formule suivante :

$$VM^m(t) = \sum_{k=1}^{m} \left[C^m N^m P(t,k)\right] + N^m P(t,m)$$

Où :

- $VM^m(t)$ est la valeur de marché à la date t de l'obligation de maturité résiduelle m ;
- C^m est le taux de coupon de l'obligation de maturité résiduelle m ;
- N^m est le nominal de l'obligation de maturité résiduelle m ;
- $P(t,k)$ est le prix d'une obligation zéro coupon à la date t de maturité k.

Ainsi, la valeur de marché de la poche obligataire complète avant rebalancement est la somme des valeurs de marché pour toutes les maturités résiduelles et les types d'obligations, de même pour la VNC.

Le rebalancement

Pour le rebalancement, après calcul de la valeur cible à l'aide de l'allocation cible par type d'obligation (*govies* et *corporates*) et de l'assiette de rebalancement, un montant à investir ou désinvestir est déterminée. Dans le cas d'un besoin d'achat d'obligations, ces dernières sont achetées au pair. L'achat d'obligations doit respecter une allocation par maturité donnée en *input* du modèle. En cas de vente la réalisation de plus ou moins values vient augmenter ou diminuer la réserve de capitalisation et non les produits financiers comme pour les actions et l'immobilier.

Modélisation du *cash*

Le montant de *cash* initial est donné en entrée du modèle ALM par le biais d'un pourcentage du passif total. Tous les ans, le *cash* rapporte des revenus qui sont comptabilisés dans les produits financiers. Ces revenus sont calculés comme la valeur de marché du cash en début multipliée par le taux zéro coupon 1 an de l'année précédente. Pour obtenir la valeur du cash en fin d'année de projection, le modèle fait la différence entre l'assiette globale de rebalancement et les valeurs de marché de toutes les autres classes d'actifs après rebalancement. Le *cash* est symbolisé comme la valeur résiduelle de l'actif.

2.2.5 Mécanisme de PB

Les rachats conjoncturels sont une conséquence de taux servis jugés insuffisants par les assurés. Un moyen de les réduire est de jouer sur la participation aux bénéfices distribuée à ces derniers. Il a été dit précédemment que la revalorisation cible censée représenter le taux servi par la concurrence est le

TME et que la politique de taux servi pratiquée par le modèle est celle de reprendre la PPB lorsque les produits financiers sont insuffisants. Le mécanisme de PB est détaillé par la suite.

Tout d'abord les produits financiers éligibles à la PB par *model point* sont déterminés :

$$Prodfi_{eli}(mp) = Prodfi \times \frac{PPB + PM_{presta}}{PPB + RC + PM_{presta}} \times \frac{PM_{prestaMP}}{PM_{presta}}$$

Où :

- $Prodfi_{eli}$, les produits financiers éligible à la PB pour le *model point* ;
- $Prodfi$, les produits financiers après rebalancement ;
- PPB, le stock de PPB en fin d'année précédente ;
- RC le stock de RC après rebalancement ;
- PM_{presta}, la PM totale après prestations décès et rachats ;
- $PM_{prestaMP}$, la PM du *model point* après prestations décès et rachats ;

Le montant de PB contractuelle par *model point* peut ensuite être calculé :

$$PB_{contractuelle}(mp) = max(tx_{PB}(mp) \times Prodfi_{eli}(mp) - IT(mp) - Chargements(mp); 0)$$

Avec :

- $tx_{PB}(mp)$, le taux de PB défini en entrée de la table de *model point* ;
- $IT(mp) = tmg(mp) \times PM_{prestaMP}$, la revalorisation liée au TMG ;
- $Chargements(mp)$, le montant de chargements sur encours pour le model point.

Ce montant pour déterminer la revalorisation réelle sera comparé à la revalorisation cible qui est mesuré comme suit :

$$Revalo_{cible}(mp) = max(0, TME - tmg(mp)) \times PM_{prestaMP}$$

Ensuite deux cas peuvent être distingués :

- $Revalo_{cible}(mp) < PB_{contractuelle}(mp)$, le taux servi est le taux cible et la différence est dotée en PPB ;
- $Revalo_{cible}(mp) > PB_{contractuelle}(mp)$, la PPB en stock est reprise pour fournir le taux cible.

Dans le cas où tous les *model points* sont revalorisés au taux cible et qu'il reste un stock de PBB dotée il y a 8 ans, les PM sont encore revalorisées en fonction de leur proportion dans le portefeuille.

2.2.6 Déroulement global du modèle

Après récupération des scénarios économiques et hypothèses, le modèle va procéder à l'évaluation du bilan Solvabilité II en projetant l'actif et le passif du portefeuille. La projection se fait sous deux boucles principales, une sur le nombre de simulations, 1 000 dans le cadre des travaux, et une sous-boucle sur les années de projection, l'horizon temporel étant fixé à 40 ans. Le schéma 2.1 apporte une vision complète de la projection de l'actif et du passif.

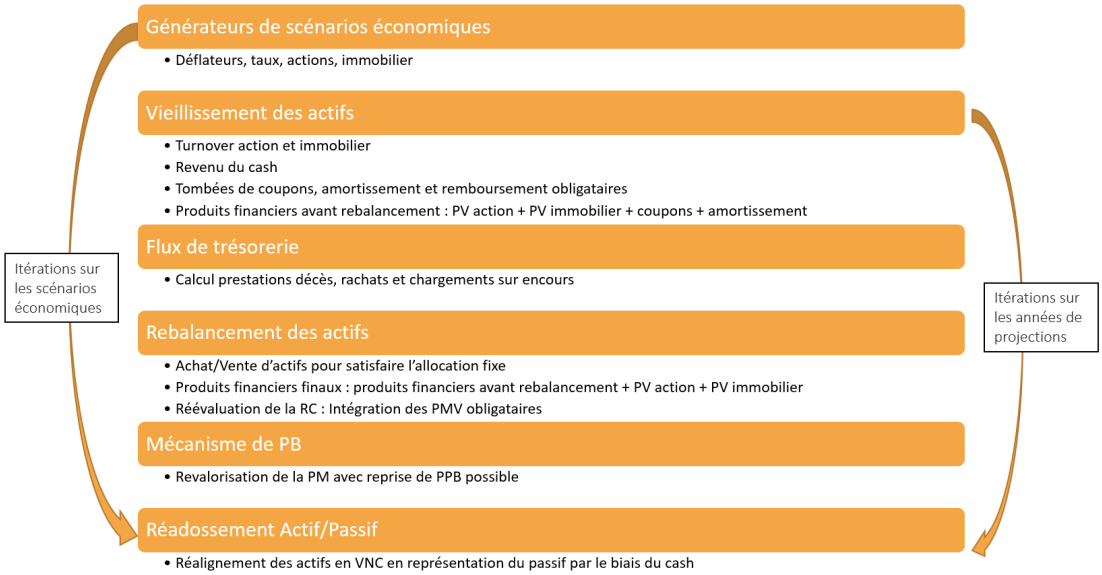


FIGURE 2.1: Déroulement du modèle ALM, (BONNEFOY-CUDRAZ, 2016)

2.3 Le Générateur de Scénarios Économiques

Un scénario économique est la projection dans un horizon temporel et un pas de temps donnés d'indicateurs économiques tels que le cours des actions, le prix de l'immobilier ou le niveau des taux d'intérêts. Un générateur de scénarios économiques (GSE) utilise plusieurs modèles pour pouvoir projeter différents types d'indicateurs. Les projections fournis par le GSE sont utilisées dans le modèle ALM pour pouvoir calculer de manière prospectif le bilan, les comptes de résultat sur plusieurs années, etc.
Le GSE utilisé est un GSE en **univers risque neutre (RN)**. La réglementation en norme Solvabilité II oblige que l'évaluation et les projections du compte de résultat et du bilan se fassent dans un cadre *Market Consistency*. Pour respecter ce cadre, les scénarios économiques sont projetés à l'aide de modèle risque-neutre.

L'univers risque-neutre est un univers théorique où les actifs rapportent en moyenne le taux sans risque. Cet univers provient du besoin de valoriser les produits dérivés financiers. Une propriété très importante de cet univers est que les prix actualisés aux taux sans risque sont martingales. Les scénarios risque-neutre ne reflètent pas la distribution attendue par les assureurs mais ils sont un outil facilitant la valorisation.

Le calibrage d'un GSE risque-neutre s'obtient en minimisant l'écart quadratique entre les prix observés sur les marchés et les prix obtenus par le générateur, par exemple à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires.

2.3.1 Choix des modèles par classes d'actifs

Le modèle Hull & White

La génération des taux se fait à travers le modèle de Hull White (1990). Le modèle de Hull White est un modèle d'absence d'opportunité d'arbitrage. Il est une version « généralisée » du modèle de Vasicek. Ce modèle permet de reproduire exactement la courbe de taux initiale. Dans le cadre de ce mémoire, cette courbe est la courbe des taux sans risque sans correction pour volatilité (VA pour Volatility Adjustment en anglais) de l'EIOPA au 31/12/2019. Le modèle de Hull & White présente l'avantage de par le caractère symétrique de la loi gaussienne de générer des taux négatifs. Cette caractéristique est fondamentale dans l'environnement de taux bas actuels.

Hull & White propose, en univers risque-neutre, la dynamique du processus de taux court suivante :

$$dr(t) = \big[v(t) - ar(t)dt\big] + \sigma dW(t).$$

Où :

- v est une fonction déterministe afin de reproduire la courbe des taux initiale ;
- a représente la vitesse de retour à la moyenne du processus de taux court ;
- σ est la volatilité du processus ;
- W(t) est un mouvement brownien standard sous la probabilité risque-neutre.

En rappelant que le taux forward instantané à la date t = 0 de maturité T, noté $f(0,T)$ est égale à :

$$f(0,T) = \frac{\partial lnP(0,T)}{\partial T}. \tag{2.1}$$

Où $P(0,T)$ est le taux zéro coupon de la courbe EIOPA à la date t = 0 pour une maturité T.

La forme de la fonction v est définie comme :

$$v(t) = \frac{\partial f(0,t)}{\partial t} + af(0,t) + \frac{\sigma^2}{2a}(1 - e^{-2at}) \tag{2.2}$$

En résolvant l'équation 2.1, la discrétisation du taux court $r(t)$ pour la diffusion est obtenu :

$$r(t+h) = r(t)exp(-ah) + \int_t^{t+h} exp(-a(t+h-u))v(u)du + \sigma\sqrt{\frac{1-e^{-2ah}}{2a}}Z \tag{2.3}$$

Où :

- h est le pas de discrétisation ;
- Z suit une loi gaussienne centrée réduite.

Le modèle de Hull & White nécessite un calibrage de seulement deux paramètres : a le paramètre de vitesse de retour à la moyenne et σ le paramètre de volatilité. L'obtention du calibrage du modèle de Hull & White passe par la minimisation de l'écart quadratique absolu entre les prix des *swaptions* générés par le modèle et les prix de marché. Les *swaptions* sont des options sur les taux *swap*. Les prix de marché sont obtenus grâce aux volatilités implicites normales. Les maturités $M = \{1, \ldots, 10, 12, 15, 20, 25, 30\}$ et les tenors $T = \{1, \ldots, 10, 12, 15, 20, 25, 30\}$ sont utilisés pour le calibrage. Le couple $(a^*, \sigma^*) \in (\mathbb{R}^{+*})^2$ est le calibrage du modèle s'il est solution du problème 2.4.

$$\underset{(a,\sigma)\in(\mathbb{R}^{+*})^2}{\operatorname{argmin}} \sum_{m\in M, t\in T} (PS^{mod}(0, m, t, (a, \sigma)) - PS^M(0, m, t))^2 \tag{2.4}$$

Avec :

- PS^{mod} est le prix des swaptions calculés par le modèle de Hull & White ;
- PS^M est le prix des swaptions calculés avec les volatilités implicites observés sur les marchés et de la courbe de taux sans risque fournis par l'EIOPA.

Le modèle de Black & Scholes

Les indices actions et immobilier sont modélisés à l'aide du même modèle, le modèle de Black & Scholes à volatilité constante. Les prix des actions et de l'immobilier doivent suivre la dynamique suivante :

$$dS(t) = r(t)S(t)dt + \sigma S(t)dW(t) \tag{2.5}$$

Où :

- $S(t)$, le prix d'une action ou de l'immobilier à la date t ;
- $(r(t))_{t\geq 0}$ le processus de taux court suivant une dynamique gaussienne qui elle-même suit un modèle de Hull& White ;
- W(t), un mouvement brownien standard sous la probabilité risque-neutre ;
- σ le paramètre de volatilité constante.

La discrétisation des prix est obtenue en résolvant l'équation 2.5 :

$$S(t+h) = S(t)exp\left(\int_t^{t+h} r(s)ds - \frac{\sigma^2}{2}h + \sigma\sqrt{h}Z\right) \tag{2.6}$$

Avec :

- h, le pas de discrétisation, h = 1 an dans le cadre du mémoire ;
- Z, une variable de distribution gaussienne centrée réduite.

Le processus de taux court étant déterminé grâce à un modèle de Hull & White et la volatilité étant constante. Il n'est pas nécessaire de calibrer le modèle Black & Scholes, les paramètres sont connus.

2.4 Hypothèses sur les portefeuilles d'actif et de passif

Les portefeuilles d'actifs et passifs sont issus de portefeuilles réels ajustés de manière à être le plus cohérent possible avec ce qui est observable sur le marché au 31/12/2019. La mise en adéquation des portefeuilles avec les données de marché l'ont été à l'aide d'une étude menée par le groupe de travail de gestion actif-passif de l'institut des actuaires (Groupe de travail ALM, 2020) et des données fournies par la FFA (FFA, 2020).

2.4.1 Hypothèses au passif

Les contrats étudiés sont des contrats multi-support à prime unique. Le portefeuille de passif est un portefeuille fictif, il est regroupé en 50 *model points* contenant 25 000 polices d'assurance. Chaque *model points* doit posséder les renseignements suivant :

- Le nombre de polices ;
- Le sexe ;
- L'âge ;
- L'ancienneté fiscale ;
- La provision mathématique d'ouverture pour les contrats euros et UC ;
- Les primes et versements libres annuels ;
- Le taux chargement sur encours pour les contrats euros et UC ;
- Le taux de chargement sur prime ;
- Le TMG net ;
- Le taux de participations aux bénéfices.

Des hypothèses ont été choisies dans un soucis de simplification de la modélisation, c'est pourquoi chaque *models point* est de sexe masculin, le taux de chargement sur encours est de 0,6% pour les contrats euros et 0,9% pour les contrats UC. Tous les contrats sont en *run-off*, le portefeuille ne reçoit pas de primes ou de versements libres.
Les principales caractéristiques du portefeuille de passif sont décrites à la table 2.1.

TABLE 2.1: Caractéristiques des *models points* de passif

Âge moyen	Anc. fis. moyenne	TMG net moyen	Taux de PB moyen	PM ouverture €	PM ouverture UC
58,2	5,1	0,58%	90,66%	1 000M	220M

Le niveau de TMG des différents *models points* est une caractéristique très importante du portefeuille, pouvant être très pénalisant pour l'assureur. La figure 2.2 illustre la distribution du TMG dans le portefeuille.

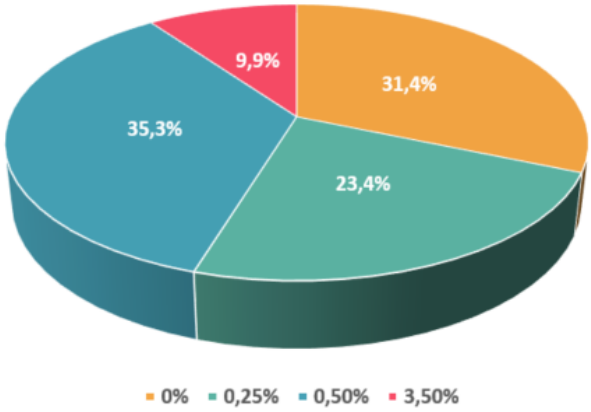


FIGURE 2.2: Distribution du TMG

Les TMG présents en portefeuille sont des TMG nets de frais. Le TMG à 3,5% n'est présent que sur les *models points* ayant une ancienneté fiscale supérieure ou égale à 9 ans.

Pour ce qui est des autres provisions, la PPB est évaluée à 35,1 M€ et la RC à 15,7 M€. L'absence d'historique de dotation et reprise de la PPB implique que l'intégralité de la valeur de la PPB à t=0 provient de cette date.

Il est à noter que le fonds UC suit la performance des actions dans le modèle ALM et est géré en parallèle de la partie euros. Concernant les fonds propres comptables, ceci ne sont pas modélisés dans le modèle. Une hypothèse sera donc faite dans la partie sur les impacts des mesures sur leurs montants, de plus ces fonds propres sont considérés comme ne rapportant rien et ne coûtant rien.

2.4.2 Hypothèses à l'actif

Tout comme le passif, les classes d'actifs sont regroupés en *models points*. Des hypothèses fortes sont appliquées aux actions, à l'immobilier et au cash. Ces classes sont représentées par un seul *model point* chacun. Pour ces types d'actifs, il est nécessaire de paramétrer en entrée du modèle la proportion en pourcentage de la classe dans l'ensemble du portefeuille d'actif, le taux de plus-value automatique réalisé et le taux de plus-value latente. Les obligations sont regroupées par *model point* selon la maturité résiduelle et leurs types, obligations d'état ou d'entreprise.

Pour chaque *model point* il doit être renseigné :

- Le type d'obligations (*govies* ou *corporate*) ;
- La maturité résiduelle ;
- La valeur nominale ;
- La valeur comptable ;
- La valeur nette comptable ;
- La valeur de marché ;

Les obligations en portefeuille ne sont pas des obligations réelles. Un spread de crédit est donc ajouté aux taux de coupon des obligations *corporate* pour refléter l'aspect plus risqué de ces investissements. Le montant de ce spread est choisi arbitrairement et fixé à 0,5%.

La poche obligataire présente les caractéristiques exposées dans le tableau 2.2.

Table 2.2: Descriptif de la poche obligataire

Types d'obligations	Répartition (% de VNC)	Duration	PMVL	Rating
Govies	50%	10,1	20%	
Corporate	50%	6,5	10,6%	A

À l'état initial du portefeuille, les obligations d'état ont une duration plus importante que les obligations d'entreprise. Les models points de *govies* ont une maturité résiduelle maximale de 20 ans contre 15 ans pour les *corporate*.
La répartition global des actifs initiaux est décrite dans le tableau 2.3.

Table 2.3: Allocation d'actif initiale

Types d'actifs	VNC initiale (en euros)	Proportion	PMVL
Obligations	798 720 000	76%	15%
Actions	176 396 629	16,8%	18%
Immobilier	56 741 700	5,4%	14%
Cash	18 913 900	1,8%	0%

Le portefeuille d'actif est en très grande majorité investi dans les obligations, plus de trois quarts du montant total. Les actions sont la deuxième classe d'actifs la plus présente, l'immobilier et le cash représentent une part plus petite. Ces proportions sont dans les ordres de grandeur de la composition de l'actif d'un assureur vie moyen en France. Les PMVL sont choisis arbitrairement

Les différentes classes d'actifs sont en situation de plus ou moins-values latentes à l'initialisation du modèle. Les obligations sont en plus-values latente de 15% , les actions de 18% et l'immobilier de 14%.

Chapitre 3

Résultats des calculs d'impacts des mesures

Cette partie permet dans un premier temps de mettre en avant la construction de quatre « jeux » de scénarios économiques ainsi que la validation des tables en sortie du modèle par des tests de martingalité. Puis, une analyse détaillée de l'application des mesures sur le portefeuille d'étude sera menée. L'analyse se fera à l'aide des résultats de la valorisation stochastique du bilan fournis par le modèle ALM.

3.1 Construction des jeux de scénarios économiques

3.1.1 Quatre scénarios pour une analyse complète

Tout d'abord, les analyses seront faites en considérant chacune des modifications, à savoir, la modification du choc de taux d'une part et le changement de LLP d'autre part. À ces dernières sera ajoutée une troisième mesurant les effets d'une application des deux mesures. Cette approche a été choisie dans le but de se prémunir des décisions des autorités européennes. En effet, lors de la première revue, plusieurs amendements proposés par l'EIOPA n'ont pas été retenus dans la revue finale suite aux discussions entre les acteurs du monde de l'assurance et les instances.

De cette approche, il découle quatre « scénarios » distincts :

- Le « scénario » **central**, ce scénario applique le contexte réglementaire actuel. Soit le choc relatif pour le risque de taux et un LLP à 20 ans pour l'extrapolation de la courbe des taux sans risque ;
- Le « scénario » **choc**, nécessaire pour observer le changement du SCR taux. Les courbes à la hausse et à la baisse seront construites avec la méthode par translation relative, à partir d'une courbe des taux sans risque LLP 20 ;
- Le « scénario » **LLP** pour lequel seulement le passage du LLP de 20 à 30 ans est appliqué ;
- Le « scénario » **combiné**, ce scénario est la résultante d'une application des deux modifications analysées.

3.1.2 Les *inputs* du GSE

La première étape dans la construction de scénarios via un générateur est de récupérer les données nécessaires à la calibration des scénarios et des paramètres des modèles de projection.

Le GSE prend en compte cinq *inputs* différents :

- La courbe des taux sans risque sans *Volatility Adjustment* ;
- La courbe des taux choqués à la hausse ;
- La courbe des taux choqués à la baisse ;
- Les volatilités implicites de swaptions ATM donnant le droit d'entrer des swaps sur Euribor 6 mois de maturités $M \in \{1, \ldots, 10, 12, 15, 20, 25, 30\}$ et tenors $T \in \{1, \ldots, 10, 12, 15, 20, 25, 30\}$;
- La volatilité implicite d'un call européen ATM sur Euro Stoxx 50 de maturité 1 an.

Les analyses d'impacts se font sur des données arrêtées au 31/12/2019. La courbe des taux avec LLP 20 est extraite des informations fournies par l'EIOPA. Concernant les scénarios choqués, la calibration des chocs provient du règlement délégué pour le choc actuellement en vigueur. Les coefficients de la méthode par translation relative sont extraits du *Consultation Paper* de l'EIOPA.

La courbe LLP 30 ans avec une période de convergence de 40 ans est extraite via Bloomberg. Ce logiciel est également utilisé pour fournir les volatilités implicites des swaptions et des calls, à l'aide des fonctions VCUB et ODVD.

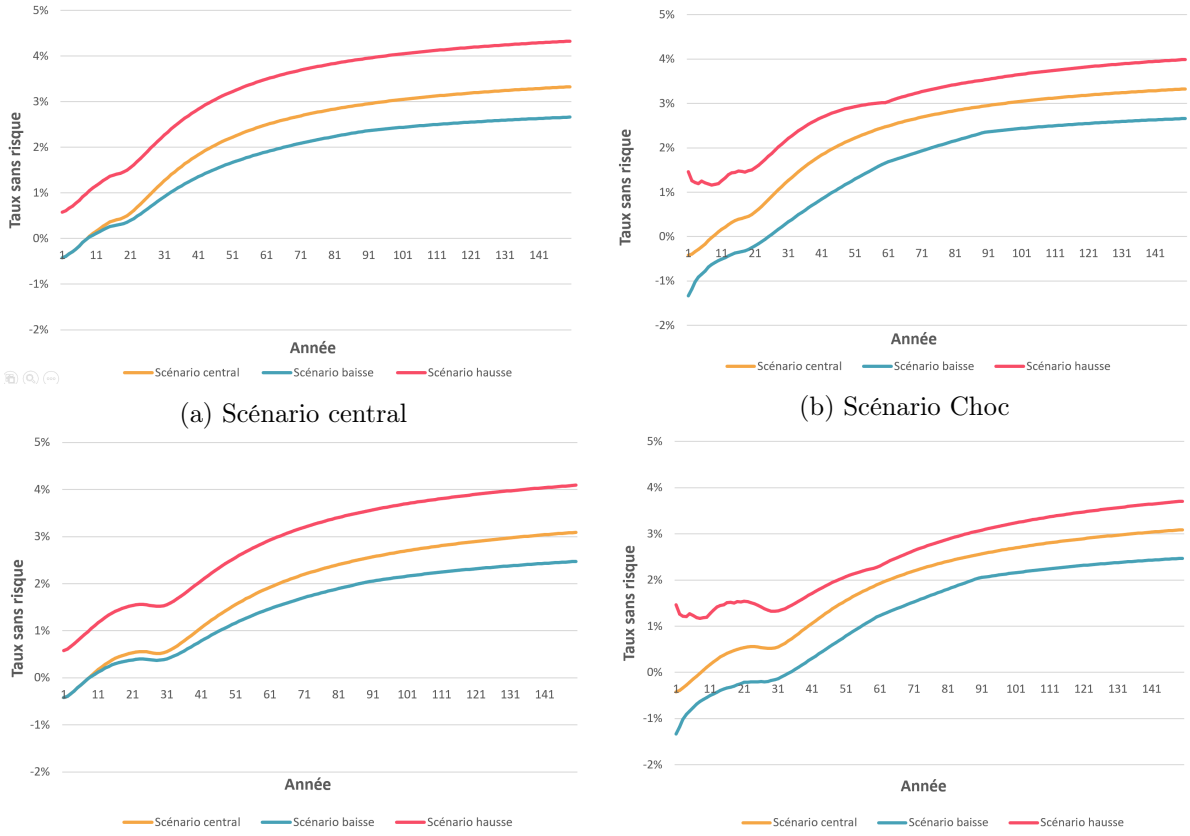
Il est à noter que pour construire la courbe des taux sans risque, l'EIOPA utilise les taux swap contre Euribor 6 mois. La courbe des taux sans risque avec LLP à 30 ans au 31/12/2019 a été récupéré à l'aide de plateforme Bloomberg. Cependant depuis le 31/01/2020, l'EIOPA a changé de fournisseur de données et utilise Refinitiv pour construire la courbe des taux.
Ainsi pour les quatre jeux de scénarios, les données de marché sont les mêmes. Les changements sont apportées sur la courbe des taux centrale et les courbes choquées.

Les figures 3.1, en fin de section, présentent les courbes de taux utilisées pour générer les quatre jeux de scénarios différents.

L'ajout du facteur additif à la formule permet une translation vers le bas du scénario à la baisse, en moyennne -0,6% sur les 20 premières années. La baisse est très importante sur les 30 premières maturités par rapport à l'ancien calcul. À partir de 90 ans les deux méthodes se confondent, étant donné que le facteur additif est fixé à 0% à partir de cette maturité.
La nouvelle formule du calcul du scénario à la hausse implique que pour les maturités de 1 à 15 ans les taux sont plus élevés puis inférieurs à l'ancien choc car le facteur additif n'est pas assez important pour compenser la baisse du facteur multiplicatif par rapport à l'ancienne calibration.

Le changement de LLP, tout en gardant l'ancien choc, montre que les scénarios se confondent jusqu'à 20 ans. Une différence se creuse entre 20 et 30 ans du fait de la prise en compte des données de marché par la courbe de taux avec LLP 30 ans.

En cas d'application des deux mesures, les courbes sont semblables aux courbes avec application du nouveau choc de taux et LLP 20 ans sur les vingt premières maturités. À partir de 20 ans les scénarios sont encore plus à la baisse par rapport aux scénarios actuels du fait de la baisse de la courbe centrale avec le choix du LLP 30 ans mais aussi de la nouvelle formule de calcul.



(a) Scénario central

(b) Scénario Choc

(c) Scénario LLP

(d) Scénario combiné

FIGURE 3.1: Modifications des courbes centrales et choquées

3.1.3 Projection des facteurs de risques

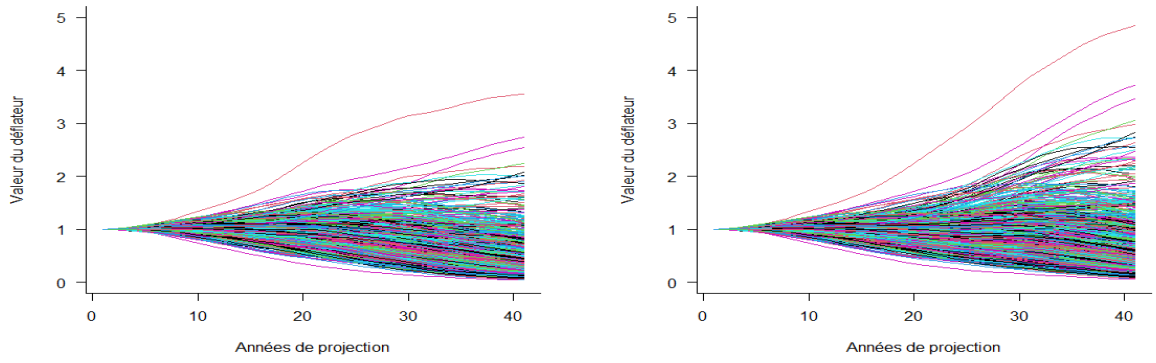
Après récupération des *inputs*, pour chaque jeux de scénarios les indices actions, immobiliers, les taux courts, déflateurs et taux zéro coupon sont projetés sur un horizon de 40 ans.

Pour chacun des quatre scénarios étudiés (central, LLP, choc et combiné), mille simulations sont générées dans le GSE. Ce nombre a été choisi dans le but d'assurer la convergence de la valeur du *Best Estimate* dans le modèle ALM.

Projection des déflateurs

Les déflateurs projetés à l'aide du GSE en fonction du LLP sont tracés aux figures 3.2.

Les déflateurs centraux sont indépendants du choix de la calibration pour le choc de taux. Ainsi, les déflateurs sont tracés selon une courbe centrale en fonction du choix de LLP.



(a) LLP 20 ans (b) LLP 30 ans

FIGURE 3.2: Simulations des déflateurs

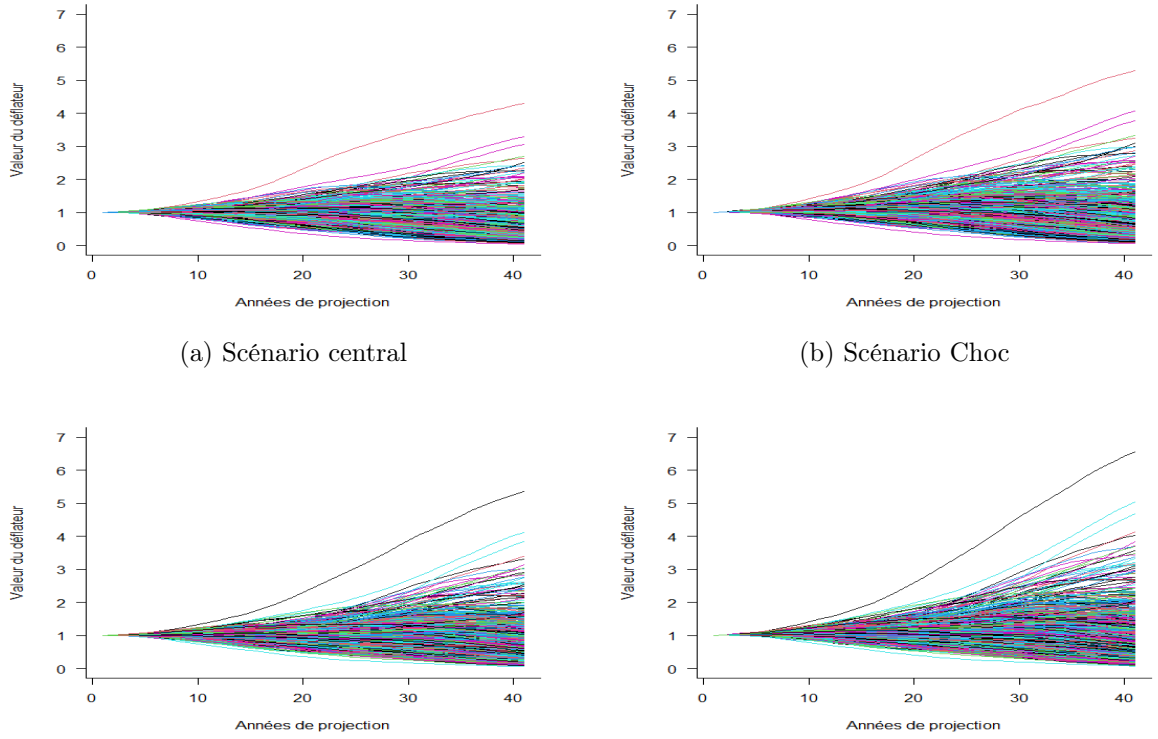
Le tableau 3.1 décrit la distribution des déflateurs lors de la dernière année de projection en fonction du LLP.

TABLE 3.1: Statistiques descriptives des déflateurs pour la dernière année de projection

LLP	Mininum	1er Quantile	Médiane	Moyenne	3me Quantile	Maximum	Ecart type
20	0,042	0,235	0,385	0,491	0,631	3,557	0,378
30	0,057	0,321	0,525	0,669	0,858	4,840	0,514

Les figures 3.2 et le tableau 3.1 mettent en lumière l'accroissement de la dispersion des trajectoires du fait du prolongement du LLP. L'impression laissée par les figures que les trajectoires ont une tendance plus haute avec un LLP à 30 ans est confirmée par l'analyse des quantiles et de la médiane. En effet, la courbe des taux sans risque LLP 30 est plus basse que la courbe LLP 20 sur les maturités 20 à 40 ans : les déflateurs ont donc un niveau plus élevé.

Comme vu à la section 3.1.2, les scénarios à la baisse évoluent fortement en fonction de la calibration des chocs mais aussi du changement de LLP. Les déflateurs choqués à la baisse sont un point d'attention concernant l'évolution du SCR de taux avec l'application des mesures. Les figures 3.3 exposent les projections des déflateurs choqués en fonction du jeu de scénarios choisi.



(a) Scénario central

(b) Scénario Choc

(c) Scénario LLP

(d) Scénario combiné

FIGURE 3.3: Simulations des déflateurs pour les scénarios à la baisse

Les tableaux 3.2 et 3.3 décrivent la distribution des déflateurs lorsque le GSE est projeté à l'aide de la courbe des taux choquée à la baisse, en fonction des mesures appliquées pour la 10e et la 40e année de projection.

TABLE 3.2: Statistiques descriptives des déflateurs à la baisse pour la 10me année de projection

Options	Mininum	1er Quantile	Médiane	Moyenne	3me Quantile	Maximum	Ecart type
LLP 20 + Rel.	0,698	0,928	0,989	0,993	1,054	1,402	0,090
LLP 20 + Transl. Rel.	0,742	0,987	1,052	1,057	1,122	1,493	0,096
LLP 30 + Rel.	0,698	0,928	0,989	0,993	1,054	1,402	0,090
LLP 30 + Trans. Rel.	0,742	0,987	1,052	1,057	1,122	1,493	0,096

TABLE 3.3: Statistiques descriptives des déflateurs à la baisse pour la 40me année de projection

Options	Mininum	1er Quantile	Médiane	Moyenne	3me Quantile	Maximum	Ecart type
LLP 20 + Rel.	0,042	0,235	0,385	0,491	0,631	3,557	0,378
LLP 20 + Transl. Rel.	0,061	0,347	0,569	0,727	0,933	5,294	0,561
LLP 30 + Rel.	0,064	0,357	0,584	0,743	0,954	5,356	0,570
LLP 30 + Transl. Rel.	0,076	0,431	0,707	0,902	1,158	6,556	0,696

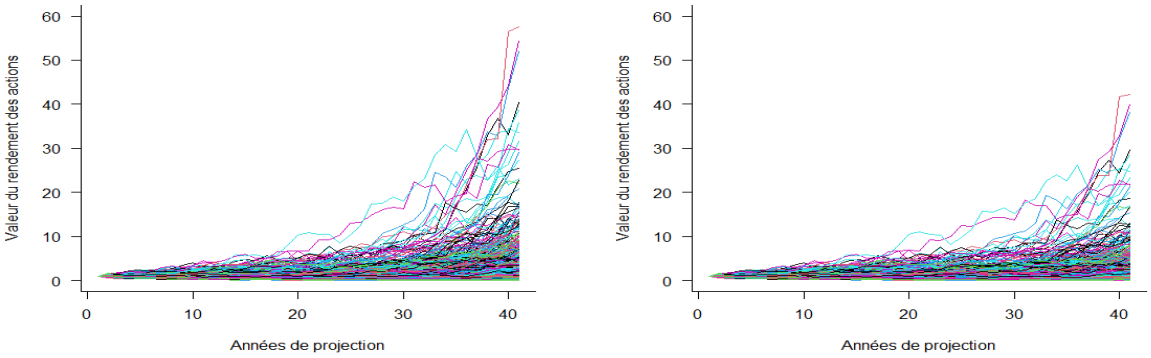
Pour la 10me année de projection le choix de LLP n'a aucun impact sur la distribution des déflateurs. Les courbes de taux sont similaires sur les 20 premières années. Cependant le passage à la méthode par translation relative pour la calibration des chocs engendre une hausse des déflateurs et une plus grande dispersion. La hausse des déflateurs est expliquée par le niveau plus bas de la courbe des taux à la baisse. La dispersion augmente car la variation des taux entre la première et la dixième année de projection sont plus prononcées.

En dernière année de projection, le niveau des déflateurs est plus haut lors de l'application des deux mesures. La prise en compte du LLP 30 est la mesure qui augmente le plus les déflateurs en comparaison du changement de calibration des chocs de taux.

Globalement, sur les scénarios centraux et choqués, une hausse des trajectoires de déflateurs est observable. La hausse de ces déflateurs va avoir comme première incidence de réduire l'actualisation des flux futurs, notamment pour le *Best Estimate* mais aussi pour la PVFP partie intégrante du ratio de solvabilité. Le changement de LLP déforme les trajectoires à partir de 20 ans, les prestations et résultats observés sur les années de projections supérieures à 20 ans auront donc un poids plus important dans l'évaluation des niveaux des différents postes du bilan.

Projection des indices actions et immobiliers

Les indices actions et immobiliers sont en univers risque neutre revalorisés en moyenne au taux sans risque. Leurs évolutions en fonction des modifications sont donc semblables. Les modifications apportées par le changement de LLP sur la diffusion de l'indice action vont être analysées.



(a) LLP 20 ans (b) LLP 30 ans

FIGURE 3.4: Simulations des rendements d'action

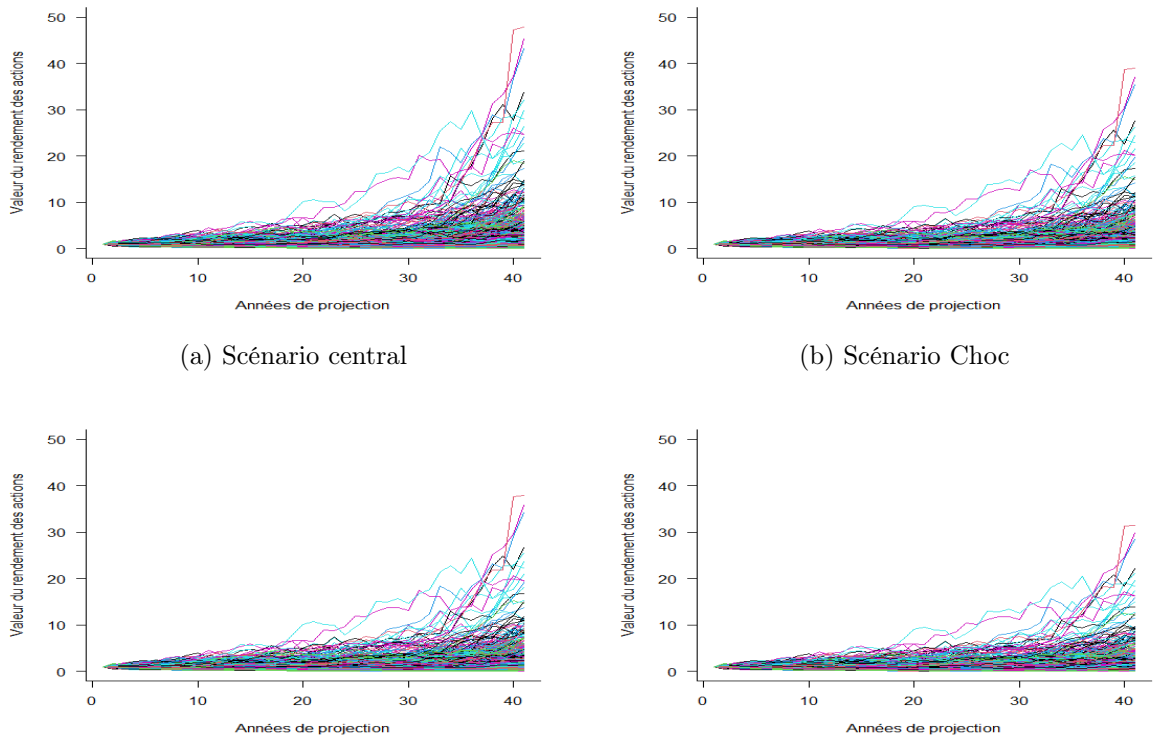
Le tableau 3.4 décrit la distribution de l'indice action lors de la dernière année de projection en fonction du LLP.

TABLE 3.4: Statistiques descriptives de l'indice action pour la dernière année de projection

LLP	Mininum	1er Quantile	Médiane	Moyenne	3me Quantile	Maximum	Ecart type
20	4,7	76,7	165,5	324,8	357,2	5 748,4	526,2
30	3,5	56,3	121,5	238,6	262,4	4 221,4	386,4

Lors du passage du LLP de 20 à 30 ans, les projections d'indice action sont globalement plus faibles et ont moins d'amplitude. La cause est l'« aplanissement » de la courbe des taux sans risque qui induit une tendance plus faible des projections au cours du temps.

Comme pour les déflateurs, la performance des actions dans le scénario de choc de taux à la baisse est un indicateur important dans l'évolution de la valeur du SCR taux à la baisse.



(a) Scénario central

(b) Scénario Choc

(c) Scénario LLP

(d) Scénario combiné

FIGURE 3.5: Simulations des rendements d'actions pour les scénarios à la baisse

Les projections de l'indice action en scénario de choc de taux à la baisse sont sensibles à la courbe des taux. Il semble que l'application des deux mesures dégradent de manière importante le niveau des projections et dans une moindre mesure l'application d'une mesure à la fois. Le tableau 3.5 rapporte la distribution de l'indice en dernière année de projection pour analyser plus concrètement cet affaiblissement.

TABLE 3.5: Statistiques descriptives de l'indice action (en choc de taux à la baisse) pour la dernière année de projection

Options	Mininum	1er Quantile	Médiane	Moyenne	3me Quantile	Maximum	Ecart type
LLP 20 + Rel.	3,9	63,7	137,5	270	296,7	4 778,4	437,5
LLP 20 + Transl. Rel.	3,2	51,8	112	220,3	242,1	3 902,5	357,5
LLP 30 + Rel.	3,2	50,6	109,3	214,2	236	3 787,6	346,6
LLP 30 + Transl. Rel.	2,6	41,8	90,2	177,3	194,8	3 140,3	287,6

Les observations sur les figures sont confirmées pour le cas d'application des deux mesures, le niveau de l'indice est plus bas et moins dispersé. La prise en considération seulement du LLP à 30 ans est légèrement plus pénalisante pour les actions à la fin de l'horizon de projection en comparaison de l'application seule du nouveau choc de taux. Même si sur les premières années le choc par translation relative engendre une baisse de l'indice action relativement à l'application du LLP 30. Le niveau de la courbe des taux sur la période 20-40 plus faible avec un LLP 30 contrairement à un LLP 20 affaiblit la tendance de l'indice.

Il y a donc en scénario central et en situation de choc, une dégradation des trajectoires des indices actions et immobiliers. La baisse de ces indices implique que les revenus financiers dégagés par le turnover et la réalisation de plus-values lors de la phase de rebalancement seront moins importants.

3.1.4 Tests de martingalité

La valorisation en univers risque-neutre a pour principale hypothèse que les prix actualisés sont martingales. Un non-respect de cette hypothèse est mesuré par l'écart de convergence. Cet écart dans le modèle ALM est la différence de valorisation entre l'actif en valeur de marché et les passifs totaux. Un trop grand écart de convergence peut signifier une incohérence des scénarios ou alors un nombre trop faible de simulations.

Pour mettre en lumière cette hypothèse des tests de martingalité sont effectués sur les points exposés à la table 3.6.

Table 3.6: Tests de martingalité effectués

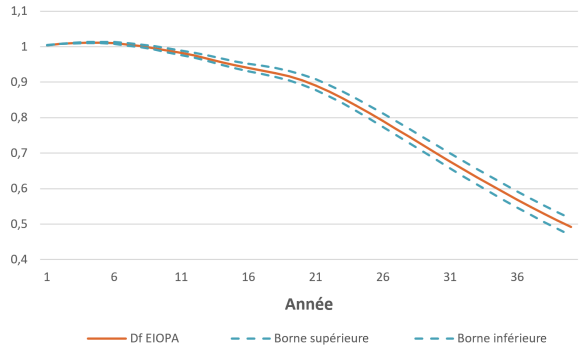
Driver	Test de martingalité
Déflateur	$\mathbb{E}[D(0,T)] = P(0,T)$
Actions	$\mathbb{E}[D(0,t)S_t] = S_0$
Immobilier	$\mathbb{E}[D(0,t)I_t] = I_0$

Où :

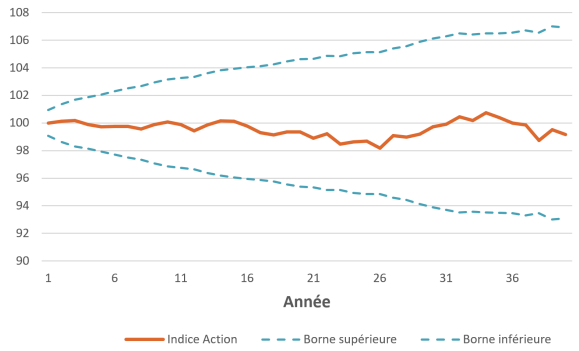
- D(0,t) représente le déflateur pour la période entre 0 et t généré par le modèle ;
- P(0,t) représente le prix d'une obligation zéro-coupon de maturité t en 0 ;
- S_t est la valeur de l'indice action à la date t sachant que $S_0 = 100$;
- I_t est la valeur de l'indice immobilier à la date t sachant que $I_0 = 100$;

La méthodologie des tests sera précisée en annexe A.2.

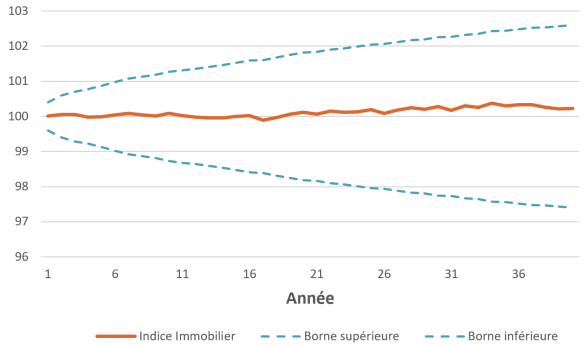
Chaque scénario a été validé par des tests de martingalité sur les trois drivers différents. Les figures 3.6 représentent les tests de martingalité, avec un niveau de confiance de 95%, opérés pour le scénario central.



(a) Test de martingalité des déflateurs



(b) Test de martingalité du driver action



(c) Test de martingalité du driver immobilier

FIGURE 3.6: Test de martingalité sur tables du scénario central, niveau de confiance de 95%

Il ressort que le critère de martingalité est bien respecté pour les déflateurs, indices actions et immobiliers dans le cadre du scénario sans application des mesures.

3.2 Analyse des résultats

Cette section présente la situation initiale de l'assureur sans application des mesures, les indicateurs suivis pour étudier le comportement de l'assuré face aux changements sur la courbe des taux et le risque de taux d'intérêt et enfin l'analyse de l'introduction de ces mesures.

3.2.1 Situation initiale du portefeuille

Le scénario central est le scénario calculé avec le cadre réglementaire en vigueur au 31/12/2019. Ce jeu de simulations sert de base à l'analyse des impacts. Les tables du GSE ainsi que les hypothèses, décrites dans le chapitre 2, insérées dans le modèle ALM permettent d'établir les bilans Solvabilité II au 31/12/2019 pour l'activité globale de l'assureur mais aussi pour l'activité euro et UC exclusivement.

TABLE 3.7: Bilan Solvabilité II de l'assureur (en M€)

ACTIF		PASSIF	
Obligations Etat Corporate	920,6 479 441,6	VIF	2,6
Actions	208,1	Risk Margin	12,6
Immobilier	64,7	*Best Estimate*	1 417,4
Cash	18,9		
UC	220	EC	(0,2)
TOTAL ACTIF	1 432,4	TOTAL PASSIF	1 432,4

TABLE 3.8: Bilan Solvabilité II de l'activité euro (en M€)

ACTIF		PASSIF	
Obligations Etat Corporate	920,6 479 441,6	VIF	(13,8)
Actions	208,1	Risk Margin	14,6
Immobilier	64,7	*Best Estimate*	1 212,5
Cash	18,9	EC	(0,8)
TOTAL ACTIF	1 212,5	TOTAL PASSIF	1 212,5

TABLE 3.9: Bilan Solvabilité II de l'activité UC (en M€)

ACTIF		PASSIF	
UC	220	VIF	9,4
		Risk Margin	5
		Best Estimate	204,9
		EC	(0,6)
TOTAL ACTIF	220	TOTAL PASSIF	220

Les écarts de convergence générées par le modèle représentent moins de 0,5% de la taille du bilan, ce qui permet de confirmer la pertinence des scénarios et de la méthode de calcul du modèle ALM.

Décomposition du SCR

Pour la suite du mémoire l'étude du SCR se fera à la maille entité (activité euro et UC), dont la composition est décrite à la table 3.10.

Table 3.10: Décomposition du SCR (en M€)

SCR	Montant (en M€)
Marché	60,8
Action	41
Immobilier	7,4
Taux d'intérêt	14,6
Spread	6,4
Souscription Vie	10
Mortalité	0
Longévité	5,5
Rachat	3,1
Frais	4,9
BSCR	64,1
Opérationnel	6,4
Ajustement	0
SCR total	70,5

La répartition du SCR observée est classique pour un assureur vie commercialisant majoritairement des contrats euros. Le SCR de marché représente une part importante du capital sous risque. Pour le SCR de taux d'intérêt, le scénario à la baisse est le plus impactant. L'ajustement tenant compte de l'absorption par les impôts différés n'est pas pris en compte. De plus, les SCR par sous-module sont nets de capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques.

PVFP

La *Present Value of Future Profits* (PVFP) représente la valeur des résultats bruts actualisés sur l'horizon de projection. Elle est un indicateur très important pour évaluer la rentabilité d'un assureur. Après soustraction de la *Risk Margin* elle est inclue dans les fonds propres réglementaires servant au calcul du ratio de couverture.

La PVFP est calculée de manière déterministe et stochastique pour évaluer le coût des options et garanties (*Time Value of Options and Guarantees*, TVOG). Les contrats d'épargne possèdent des garanties non symétriques (mécanisme de PB, revalorisation au TMG). La TVOG est l'indicateur évaluant le coût de ces options pour l'assureur. Elle s'obtient à l'aide de la différence entre la PVFP stochastique et la PVFP déterministe.

Table 3.11: PVFP et TVOG du scénario central (en M€)

PVFP déterministe	PVFP stochastique	TVOG
56,3	15,3	41

Ratio de couverture

L'indicateur phare de la solvabilité des entreprises d'assurance est le ratio de couverture, aussi appelé ratio S2. Ce ratio représente la capacité d'un assureur à couvrir son SCR à l'aide de ses fonds propres. Il est calculé de la manière suivante dans le modèle :

$$Ratio\ S2 = \frac{Fonds\ propres\ economiques}{SCR} = \frac{VIF + Capital\ Social}{SCR}$$

Où :

- VIF est la *Value in Force*. Cet élément représente la valeur générée par le stock de contrats. Elle est constituée de la PVFP stochastique diminuée de la *Risk Margin* ;
- Le capital social représente les fonds propres comptables de l'entreprise. Il n'est pas modélisé dans le modèle ; il sera fixé en fonction du ratio de couverture souhaité pour le scénario central.

Après étude des ratios S2 observés sur le marché, le ratio de solvabilité a été fixé à 180%. Le tableau 3.12 récapitulatif des différentes valeurs composant le ratio S2 :

TABLE 3.12: Décomposition du ratio de couverture (en M€)

VIF	Capital social	SCR	Ratio de couverture
2,6	124,2	70,5	180%

Le capital social sera fixe tout au long des analyses pour permettre une comparaison de la solvabilité entre les mesures.

L'arrêté ministériel relatif aux fonds excédentaires paru le 28 décembre 2019 (MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES, 2019), autorise les assureurs vie à intégrer la PPB dans les fonds propres économiques au titre de la couverture du SCR. Pour ce mémoire, le ratio S2 avec intégration de la PPB est également calculé. La méthode choisie est l'approche forfaitaire préconisée par l'ACPR (ACPR, 2020), elle consiste à intégrer 70% de la PPB dans le calcul du ratio de solvabilité. Ainsi en ajoutant $70\% \times 35,1 = 24,6$, le ratio S2 s'élève à 215%, gagnant 35 points.

3.2.2 Impacts de la nouvelle calibration du risque de taux

Cette section vise à analyser la variation du SCR de taux avec l'introduction de la méthode par translation relative sur une courbe des taux à LLP 20 ans, et l'impact sur la solvabilité globale de l'assureur. La variation attendue est une augmentation du SCR pour le risque de taux car le changement de méthode proposé dans l'avis technique de l'EIOPA induit une baisse de la courbe choquée à la baisse comme le montre la figure 3.7.

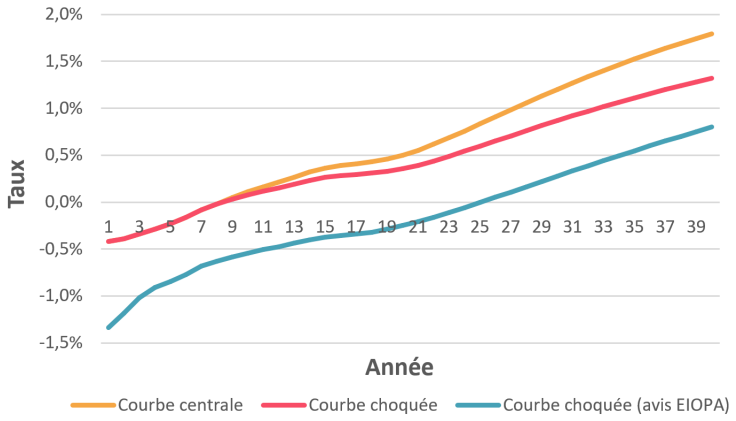


FIGURE 3.7: Courbe des taux centrale et choquée à la baisse pour les maturités 1-40

En moyenne la nouvelle méthode abaisse la courbe des taux choquée de 61 bps sur les quarante premières maturités. La chute de la courbe à la baisse a plusieurs effets sur l'évaluation du *Best Estimate*. Pour illustrer ces effets, le tableau 3.13 décrit les variations de prestations et d'effet d'actualisation sur le *Best Estimate* choqué à la baisse.

TABLE 3.13: Effet prestation et effet actualisation sur le *Best Estimate* choqué (en M€)

Méthode de calibration	Montant total de prestations	Ecart du total des prestations	Montant de l'actualisation	Ecart lié à l'actualisation
Relative	1 487,6		- 89	
Translation relative	1 447,7	- 39,9	43,1	132

La baisse de l'effet d'actualisation est très fort. Avec la nouvelle méthode, l'actualisation provoque une augmentation du montant de BE. En effet la courbe des taux choquée avec la méthode par translation relative est négative sur les 25 premières maturités. Ainsi, les flux de *Best Estimate* sont actualisés avec des déflateurs supérieurs à 1 sur ces maturités. Avec la méthode actuelle les déflateurs sont positifs seulement sur les huit premières années. Cet écart d'effet d'actualisation l'emporte sur l'effet de baisse des prestations.

La baisse des prestations est causée par la diminution des rachats dynamiques, liée à la politique de taux servis. La variation des rachats est illustrée à la figure 3.8. En effet la politique de revalorisation vise à rémunérer les PM à un taux cible : le TME. Les rachats dynamiques, comme expliqué à la section 2.2.3, sont fortement sensibles au contexte économique via la différence entre taux servis et TME de l'année précédente. L'ajustement à la baisse de la courbe des taux dans le scénario choqué entraîne une baisse des TME. Ces derniers sont inférieurs au TMG net moyen du portefeuille sur les treize premières années. Ainsi les assurés sont satisfaits de leur revalorisation cantonnée au TMG, auquel s'ajoute le versement du stock restant de PPB datant de huit ans. Cela se traduit par des taux de rachats dynamiques négatifs l'année suivante.

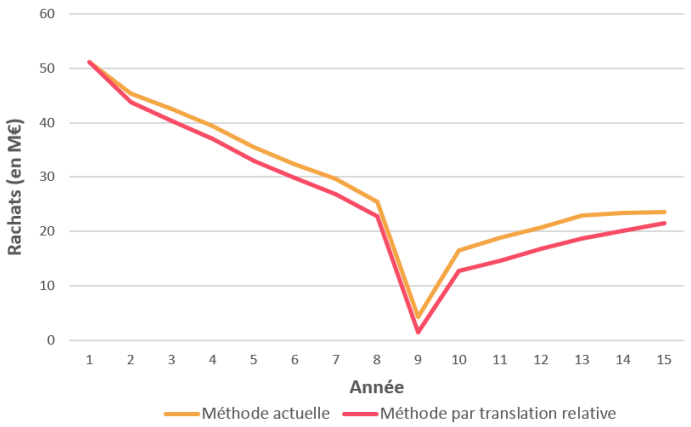


FIGURE 3.8: Evolution des prestations rachats sur les 15 premières années

La réduction forte des rachats à neuf ans s'explique par le stock de PPB initial non-millésimé. En effet la PPB en début de projection est considérée comme étant dotée à t=0. Le stock restant de PPB après les reprises potentielles sur les sept premières années vient donc revaloriser de manière très importante les PM lors de la huitième année (29,9M€ pour la méthode relative contre 32,8M€ pour la méthode par translation relative). Le taux de rachat conjoncturel l'année suivante est de fait très bas.

Concernant l'actif, la baisse de la courbe des taux engendre une hausse de la VM choquée de la poche obligataire à cause d'un effet d'actualisation moindre. En scénario central la valeur de marché des obligations est évaluée à 920,7M€. Dans le cadre réglementaire actuel, la baisse de la courbe intervient seulement à partir de la 9e année et dans des proportions peu importantes du fait du choc relatif sur des taux proches de zéro. La courbe choquée est très semblable à la courbe centrale sur les maturités 1-20, la vingtième année étant la maturité résiduelle la plus grande du portefeuille obligataire. L'effet de « désactualisation » fait croître la VM des obligations de 3,9M€. En revanche, comme présenté à la figure 3.7, la proposition de l'EIOPA provoque une baisse des taux immédiate et conséquente. L'effet de « désactualisation » est donc plus fort et apporte une variation à la VM obligataire de +54,4M€.

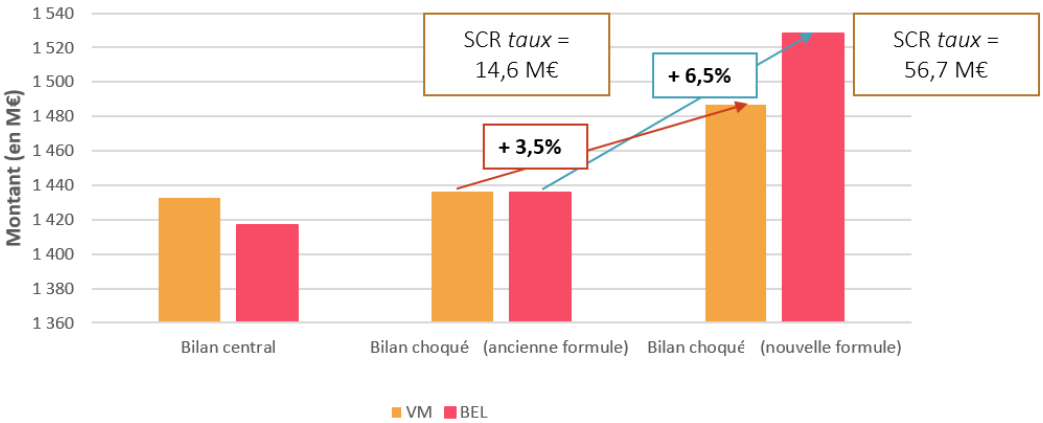


FIGURE 3.9: Évolution du bilan choqué pour la baisse des taux

Cette hausse du capital sous risque pour la baisse des taux représente une variation de +289%. Après effet de diversification entre les sous-risques de marché puis entre le risque de marché et le risque de souscription, la hausse induite sur le SCR total est 33,9M€.

L'impact sur le ratio S2 avec et sans intégration des PPB en fonds propres figure sur le tableau 3.14.

TABLE 3.14: Diminution du ratio de couverture

Intégration en FP de la PPB	SCR (contexte actuelle)	SCR (méthode par translation relative)	Variation
Sans	180%	122%	- 58 pts
Avec	215%	145%	- 70 pts

La variation du ratio de couverture est importante -58 points sans intégration de la PPB et 70 pts avec. Ces résultats sont supérieurs à ceux constatés lors des études d'impacts de l'EIOPA. Le HIA et le CIR ont permis d'isoler l'impact du changement de calibration du SCR de taux. Pour les entreprises utilisant la formule standard, la variation est de 30 points à l'échelle européenne (EIOPA, 2020b). L'impact mesuré sur l'ensemble du marché européen est inférieur aux résultats de l'analyse. Cela peut s'expliquer par des durations de passif et d'actif du portefeuille plus importantes que celles observées sur le marché 12 à l'actif et 8 au passif. Pour un écart de duration semblable à ce qui est observé, les durations plus hautes accroissent la sensibilité au SCR de taux de l'assureur analysé.

3.2.3 Impacts du changement de LLP

Cette section a pour but d'analyser les résultats du changement de LLP sur la situation de l'assureur. Ci-dessous les courbes des taux sans risque de l'EIOPA au 31/12/2019 paramétrées selon les LLP 20 et 30 pour les quarante premières maturités.

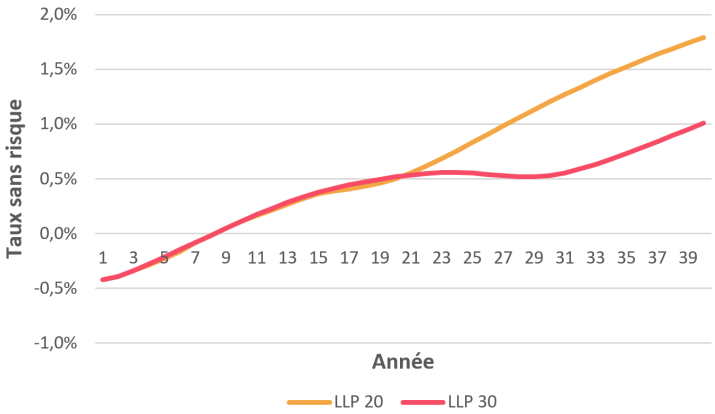


FIGURE 3.10: Courbe des taux sans risque en fonction du LLP

Le décalage de l'extrapolation à 30 ans engendre une stagnation des taux sur la période 20-30 ans. En moyenne les taux zéro-coupon construits avec un LLP 30 sont inférieurs de 52 bps sur l'intervalle 20-40 ans. Ce déficit engendre donc une baisse de la performance des indices et une moins forte actualisation des flux futurs.

Baisse de la profitabilité

La valorisation « risque neutre » sous Solvabilité II implique que les processus de prix doivent évoluer au taux sans risque. Ce principe, instauré par Solvabilité II, implique une forte sensibilité des rendements du portefeuille de l'assureur à la courbe des taux sans risque. Seulement, l'extension du LLP à

30 ans a pour conséquence, dans le contexte actuel, de baisser fortement les taux sans risque pour les maturités ultérieures à 20 ans.

Cette baisse des taux rend le portefeuille d'investissement de l'assureur moins rentable, comme le montre la figure 3.11.

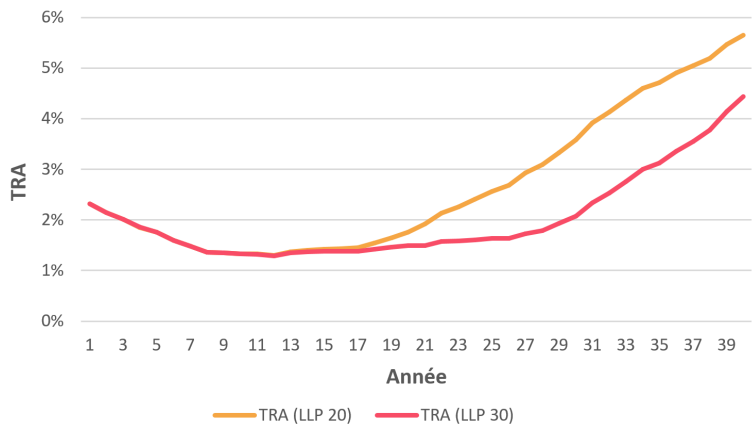


FIGURE 3.11: Taux de rendement du portefeuille d'actif par année de projection

L'écart de taux de rendement constaté est semblable à l'écart sur les courbes des taux. Cependant, il se creuse quelques années avant pour le taux de rendement, à partir de la 16me année. En effet, lorsque le stock d'obligations s'épuise et que l'assureur doit réinvestir, les investissements se font sur des obligations dont les taux de coupon sont les taux d'actualisation annulant la VNC. C'est-à-dire que les taux de coupon sont entièrement déterminés par la courbe des taux sans risque à la date d'achat. Ainsi, quelques années avant la vingtième maturité les taux de coupon des obligations récemment entrées en portefeuille sont inférieurs dans le cadre d'un LLP 30. Cette baisse de taux de coupon se répercute donc sur les produits financiers générés par les tombées de coupons. La figure 3.12 illustre l'impact du changement de LLP sur les produits financiers et les résultats bruts.

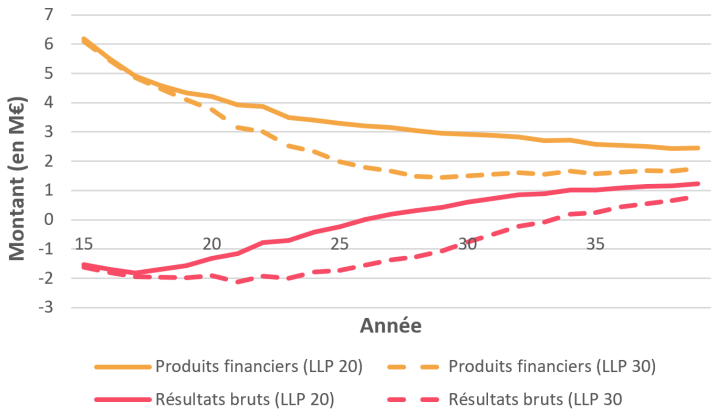


FIGURE 3.12: Évolution des résultats bruts des produits financiers

Les 15 premières années de projections ne sont pas présentes car elles se confondent entre les deux cas de figure. La baisse des produits financiers observée est similaire en proportion avec les pertes de taux de rendements du portefeuille. Cette baisse des produits financiers se répercutent sur les résultats

bruts et implique une baisse de la PVFP. La baisse de l'effet d'actualisation aggrave la diminution de la PVFP car les résultats négatifs survenant dans l'intervalle de projection 20-30 dans le cadre du LLP 30 sont moins atténués. Ainsi la PVFP passe de 15,3M€ à -6,5M€.

Impact sur le SCR

Le SCR de l'entité subit une variation de +0,72%, passant de 70,5M€ à 71M€. Cette légère hausse est expliquée par l'accroissement du SCR de souscription. Le tableau 3.15 illustre la variation de la branche souscription du SCR.

Table 3.15: Augmentation du SCR de souscription (en M€)

Module de risque	SCR (LLP 20)	SCR (LLP 30)	Variation (en %)
Souscription	10,1	18,9	+88%
Mortalité	0	0	0
Longévité	5,5	10,7	+94%
Rachat	3,1	9,1	+197%
Frais	5	5,5	+11%

Le risque de rachat ainsi que le risque de longévité subissent une hausse importante portant le SCR global à la hausse. Pour le risque de rachat, le scénario retenu dans les deux contextes est le scénario dans lequel les taux de rachats structurels diminuent de 50% de manière permanente.

SCR longévité

Le SCR de longévité faisant baisser les taux de mortalité, diminue de manière immédiate les prestations liées au décès des assurés. Cependant, la baisse des prestations décès a pour conséquence de ne pas faire baisser les provisions susceptibles d'être rachetées et donc les prestations rachats augmentent en volume mais sont aussi plus étalées sur la toute la durée de la projection. Et l'étalement des rachats fait que ces prestations sont actualisées avec des taux plus longs. Or l'extension du LLP a pour conséquence de baisser la courbe des taux sur la période 20-40 de manière significative, diminuant l'effet d'actualisation sur les flux au-delà de 20 ans. Le SCR longévité est donc en hausse lors du passage du LLP de 20 à 30 ans,via le rallongement des durées d'engagement et la hausse des rachats. Le tableau 3.16 résume les évaluations de prestations et BE constatées.

Table 3.16: Augmentation du SCR de longévité (en M€)

Scénario	Prestations Décès	Prestation Rachats	Effets d'actualisations	BE
Central LLP 20	628	878,9	-118,9	1417,4
Choc longévité LLP 20	524,7	891,1	-132,9	1 423
Central LLP 30	679,7	820,9	-86,9	1438,2
Choc longévité LLP 30	575,4	829,6	-94,7	1 449

Le choc de longévité rallonge la durée de détention en portefeuille des engagements. La courbe des taux ayant une tendance à la hausse, les flux intervenants plus tard sont donc plus fortement déflatés. Cet effet d'augmentation de l'actualisation est réduit par la structure de la courbe des taux avec LLP 30. Cette courbe étant en décroissance sur les maturités 20-30. Ainsi il est constatable que l'amélioration de l'actualisation lors de l'évaluation du BE choqué est de 14M en LLP 20 et de seulement 7M en LLP 30.

SCR rachat

Comme pour le choc de longévité, la baisse des rachats implique que les assurés restent plus longtemps en portefeuille. L'effet baisse des rachats structurels est compensée par la hausse des prestations décès. Les provisions mathématiques qui ne sont pas rachetées sont soumises les années suivantes à la survenance du décès de l'assuré. Le décalage dans le temps des flux de BE ont pour conséquence d'atténuer l'effet d'actualisation lorsque le LLP est à 30 ans car l'actualisation des flux de long terme est plus basse, ce pourquoi une hausse du SCR rachat est observée.

Risk Margin

Un effet supplémentaire de l'augmentation du risque de souscription est la hausse de la *Risk Margin*. En effet, la Risk Margin est calculée comme la valeur actualisée des SCR futurs. Pour le calcul des SCR futurs seulement le SCR opérationnel et le SCR vie sont pris en compte. Ensuite ces SCR futurs sont écoulés proportionnellement à l'écoulement des PM. Ainsi par la hausse du SCR de souscription et la baisse de l'effet d'actualisation, la *Risk Margin* passe 12,7M€ à 20,6M€.

Impact sur la solvabilité

La variation du ratio de solvabilité est présentée sur le tableau 3.17.

Table 3.17: Diminution du ratio de couverture

Intégration en FP de la PPB	SCR (LLP 20)	SCR (LLP 30)	Variation
Sans	180%	137%	- 43 pts
Avec	215%	172%	- 43 pts

Le SCR perd 43 points avec ou sans intégration de la PPB dans les fonds propres. Le SCR augmentant très peu, la chute du ratio de solvabilité est portée par la diminution de la VIF. En effet, l'effet combiné de la hausse du SCR de souscription ayant un impact sur la Risk Margin et la baisse des profits futurs actualisés explique que la VIF passe de 2,6M€ à -26,7M€.

Le BE passant de 1 417,4M€ à 1 438,7M€ subit une variation de +1,5%. Cette variation est en phase avec les études d'impacts de l'EIOPA. Lors du CIR, le calcul du BE avec un LLP à 30 ans avait été demandé par l'EIOPA, les résultats sur le marché français étaient une variation +1,6% dans l'évaluation du BE entre LLP 20 ans et 30 ans.

3.2.4 Impact combinée du LLP et choc de taux

La projection stochastique du modèle avec la prise en compte des deux mesures génère le même bilan que la projection avec seulement le changement de LLP. En effet, les scénarios économiques sont générés à partir de la même courbe de taux. Ainsi le bilan obtenu est illustré sur le tableau 3.18.

Table 3.18: Bilan Solvabilité II de l'assureur (en M€)

ACTIF		PASSIF	
Obligations	920,6	VIF	(26,7)
Etat	479		
Corporate	441,6		
Actions	208,1	Risk Margin	20,6
Immobilier	64,7	*Best Estimate*	1 438,7
Cash	18,9		
UC	220	EC	(0,1)
TOTAL ACTIF	1 432,4	TOTAL PASSIF	1 432,4

Au niveau du SCR, tous les sous-modules restent inchangés excepté le risque de taux. En effet le SCR de taux passe de 13,7M€ à 58M€. La variation est semblable à celle observée avec la courbe des taux construite à l'aide d'un LLP 20 ans. La hausse du SCR de souscription liée au changement de LLP et la variation du SCR de taux donne un SCR global de 110,3M€. Ainsi le tableau 3.19 présente l'évolution chiffrée du ratio de couverture entre la situation sans application des mesures et l'application combinée du LLP 30 et de la méthode par translation relative pour le choc de taux.

Table 3.19: Diminution du ratio de couverture

Intégration en FP de la PPB	SCR (LLP 20 + Méthode relative)	SCR (LLP 30 + Translation relative)	Variation
Sans	180%	88%	- 92 pts
Avec	215%	111%	- 104 pts

Le constat est qu'en l'absence de PPB dans les fonds propres éligibles au calcul du ratio S2, l'assureur n'est pas en capacité de recouvrir son SCR. L'intégration de la PPB place l'entreprise dans une situation légèrement meilleure avec 111% de ratio de couverture. Dans les deux cas, la perte est d'environ 100 points de PPB.

3.3 Conclusion

Dans ce chapitre ont été construits quatre jeux de scénarios à l'aide des données de marché et celles fournies par l'EIOPA (courbe des taux sans risque et calibration des chocs). Les projections des scénarios en univers risque neutre implique que les rendements suivent la courbe des taux sans risque moyenne. L'aplanissement de la courbe lors du passage en LLP 30 a pour conséquence de réduire les rendements des placements et leur dispersion autour de la moyenne.Il a pu être observé que l'application du LLP génère des indices moins favorables à l'assureur épargne étudié. L'application de la méthode par translation relative a aussi permis de constater des trajectoires très défavorables à l'assureur en comparaison à la méthode actuelle pour le calcul du SCR de taux.

Ainsi la projection stochastique du bilan et du calcul du SCR ont permis de distinguer les effets liés à l'application de chacune des mesures. La méthode par translation relative augmente très fortement le SCR de taux, le *Best Estimate* choqué augmente du fait de la perte en effet d'actualisation venant même réhausser le niveau des prestations futurs. Cette hausse n'est cependant pas compensée par l'augmentation de la valeur de marché de l'actif.

Le changement de LLP a pour effet de faire chuter les profits futurs de l'assureur. Il voit ses produits financiers chuter à cause de la baisse des rendements financiers. Ces derniers ne suffisent pas à financer la contrainte de revalorisation au TMG. L'allongement du LLP augmente également le SCR de souscription. Les chocs ayant pour effet d'allonger la durée des engagements comme les chocs de longévité et de baisse des rachats, exposent de manière plus importante l'assureur à la baisse des rendements.

Ainsi le changement de LLP et la méthode par translation relative sont des mesures pénalisantes pour l'assureur ayant des effets sur des postes différents.Les résultats futurs et le SCR de souscription sont impactées par le passage du LLP de 20 à 30 ans. La nouvelle calibration des scénarios choqués impacte le SCR de taux d'intérêt. Ces effets se cumulant sans se compenser, l'impact global sur l'assureur représente une perte de 100 points de solvabilité.

Chapitre 4

Analyse de sensibilité et d'actions de management

Dans cette partie, suite à l'impact élevé des mesures de la revoyure,le comportement d'assureurs ayant une répartition différente de l'encours entre UC et euros sur l'application de la revue sera étudié. L'analyse de management actions permettant à l'assureur d'améliorer sa solvabilité sera également discutée. Le contexte initial étant l'application du changement de LLP et de nouvelle calibration des chocs de taux, deux actions seront étudiées. La première introduira un nouveau produit moins contraignant pour l'assureur dans le portefeuille de passif. Quant à la seconde, elle modifiera l'investissement durant la phase de rebalancement afin de gérer l'adossement actif-passif.

4.1 Sensibilité à la proportion d'UC

4.1.1 Idée sous-jacente à l'étude

La garantie en capital du fond euros est très coûteuse en fonds propre pour l'assureur, contrairement à la partie UC du business où l'on observe une meilleure rentabilité. Ce constat, bien explicite sur le portefeuille étudié, est une réalité pour les assureurs (Bloch, 2020). Pour pallier ces contraintes, le marché de l'assurance oriente les assurés vers les produits en UC, avec des leviers tel que des restrictions sur les versements ou la bonification des taux servis en fonction de la part UC détenue. Par ces mesures, la part des provisions mathématiques investie sur les supports en UC des assureurs vie augmente au fur et à mesure des années, comme le montre le tableau 4.1.

Table 4.1: Augmentation de la part de support en UC (FFA, 2020)

Année	2015	2016	2017	2018	2019
Proportion de PM UC	18%	19%	22%	21%	23%

Même si la part de business UC est assez variable entre les années et en fonction des secteurs, une tendance à la hausse se dessine. Cette évolution du marché conduit à s'intéresser à l'étude de la réaction à l'application des mesures de la revoyure de différents profils d'assureurs ayant des répartitions euros/UC non semblables.

4.1.2 Présentation de la démarche adoptée

Afin de mesurer la réaction de profils d'assureurs possédant une répartition euros/UC différente, une comparaison du portefeuille initial et de trois autres assureurs ayant respectivement 21%,23% et 25% de part de PM UC sera effectuée.

Pour construire les nouveaux portefeuilles, un total de PM initiale de 1 220M€ a été gardé pour les trois nouveaux profils. Pour respecter la répartition entre *model point*, les PM d'ouverture de chaque *model point* ont subi un transfert de la PM d'ouverture euros vers l'UC ainsi les caractéristiques d'âge moyen, TMG net moyen, taux de chargements sur encours sont équivalents aux *model points* initiaux. Seule la répartition de la PM d'ouverture subit une variation.

À l'actif, la répartition de l'allocation d'actif est inchangée, les *model points* obligataires préservent leurs taux de coupon et leurs taux de plus-values latentes. La distribution des maturités résiduelles reste inchangée également. La RC et la PPB sont diminuées du pourcentage de perte de PM euros.

4.1.3 Résultat de l'étude de sensibilité à la part de nouveaux contrats

Cette section a pour but de présenter les résultats de la sensibilité à la répartition du business €/UC dans le contexte d'application des mesures sur le LLP et les scénarios de choc des taux.

Impact sur la PVFP

Le tableau 4.2 décrit la variation de PVFP de l'assureur et par type de fonds selon les différents profils d'assureurs après application des deux mesures.

Table 4.2: Variation de la PVFP (en M€)

Répartition PM €/UC	PVFP totale	PVFP activité €	PVFP activité UC
18% (initiale)	-6,1	-20,6	14,5
21%	-3,4	-20,2	16,8
23%	-0,9	-19,3	18,4
25%	0,8	-19,2	20

L'augmentation de la part de business UC en portefeuille est bénéfique sur les résultats bruts actualisés de l'entreprise. L'augmentation d'un point de pourcentage de part d'UC augmente d'environ 1M la PVFP totale. En effet la partie UC du business n'est que très peu impactée par les variations de marché. Les résultats dégagés pour l'UC proviennent de l'écart entre chargements sur encours prélevés en début d'année et les frais réels engendrés par la gestion du fonds. Cet écart est mesuré à 0,65% pour chaque *model point* (0,9% de taux de chargements sur encours et 0,25% de taux de frais réels). Ainsi chaque année l'activité UC rapporte 0,65% de PM d'ouverture en résultat brut. Enfin la somme actualisée de ces résultats permet d'obtenir une PVFP équivalente à 6,57% de PM ouverture indépendamment du choix de répartition des PM.

La partie euros du business étant similaire en terme de taux de plus-values latentes et de caractéristiques des models points de passif. La réduction de la PVFP euros est due à un effet volume car pour chaque profil le rapport PVFP/PM d'ouverture est égale à -2,1%.

Impact sur le SCR

Dans le contexte des modifications apportées par la revue, proportionnellement à l'encours initial, le capital sous risque à détenir pour l'UC (2,6%) est moindre que pour la partie euros (10,95%). En effet les fonds UC ne sont que très peu impactés par les risques de marché et donc le changement de calibration du risque de taux n'a que très peu d'impact sur le SCR global. Pour le portefeuille initial, le changement de calibration fait varier la part du SCR de taux dans le BSCR de 0,1% à 0,6%. Le SCR UC est porté par le risque de rachat et de hausse de la dépense. Pour l'UC le risque de rachat est le risque de hausse des rachats. En effet la hausse des rachats en UC entraîne un écoulement plus rapide du BE. Cet écoulement réduit les sources de revenus futurs du fonds UC qui portent exclusivement sur la différence entre chargements et frais réels. Le SCR de frais est aussi une part importante du SCR car la hausse des dépenses de 10% entraîne une baisse des résultats par une réduction de l'écart entre chargements et frais. Le tableau 4.3 illustre les résultats obtenus sur les SCR à la maille activité et globale.

TABLE 4.3: Variation du SCR (en M€)

	18% (initiale)	21%	23%	25%
SCR total	110,3	106,7	104	101,6
SCR €	109,5	105,7	102,9	100,3
SCR UC	5,8	6,8	7,4	8

Les proportions capitaux sous risque/PM restant inchangées pour l'euros et l'UC, plus l'assureur possède d'UC en portefeuille et plus le SCR est réduit.

Impact sur le ratio de couverture

Les effets de baisse du SCR et de hausse des résultats futurs lorsque la part d'UC augmente ont des impacts sur le ratio de couverture, comme le montre la figure 4.1.

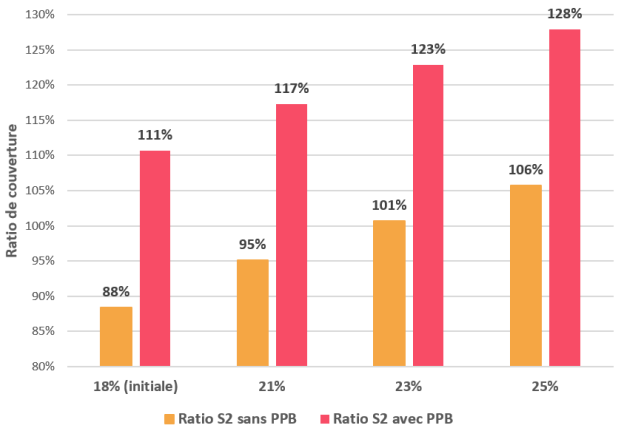


FIGURE 4.1: Sensibilité du ratio S2 à la part d'UC en portefeuille.

Plus la part d'UC gonfle dans le portefeuille de départ, plus le ratio de solvabilité augmente permettant même à l'assureur de passer au dessus de 100% de couverture, lorsque la PPB n'est pas intégrée au calcul du ratio.

4.1.4 Conclusion

L'analyse de la sensibilité d'un assureur à la répartition entre euros et UC a mis en évidence un double effet positif :

- L'augmentation de la part d'UC augmente la PVFP, car l'UC est beaucoup moins impactée par les taux bas et donc la baisse des produits financiers ;
- La baisse du SCR car l'activité UC génère moins de capitaux sous risque à niveau d'encours équivalent.

Autrement dit, posséder plus d'encours UC en portefeuille permet à l'assureur d'améliorer son résultat tout en diminuant son capital sous risque. Ce double effet permet donc une amélioration du ratio de solvabilité lorsque l'assureur possède plus d'UC.

Le contexte de taux bas depuis plusieurs années incite déjà les acteurs de l'assurance à orienter les assurés vers l'UC. Seulement le renforcement des exigences en capital et la baisse de la VIF liée au changement de LLP vont rendre d'autant plus nécessaire ce transfert d'activité vers l'UC.

4.2 Introduction d'un produit euros, capital garanti à 100% brut de frais

Les taux minimum garantis présents dans le portefeuille d'étude sont des TMG nets de frais de gestion, évoluant entre 0 et 3,5%. Ces garanties de revalorisation imposent aux assureurs d'investir dans le portefeuille initial, les investissements des assureurs se font principalement dans des obligations d'état ou d'entreprise. Celles-ci rémunèrent l'assureur via des tombées de coupons et le remboursement de l'obligation à maturité. Cependant depuis près de 40 ans les taux d'intérêts chutent, ce phénomène est illustré à la figure 4.2.

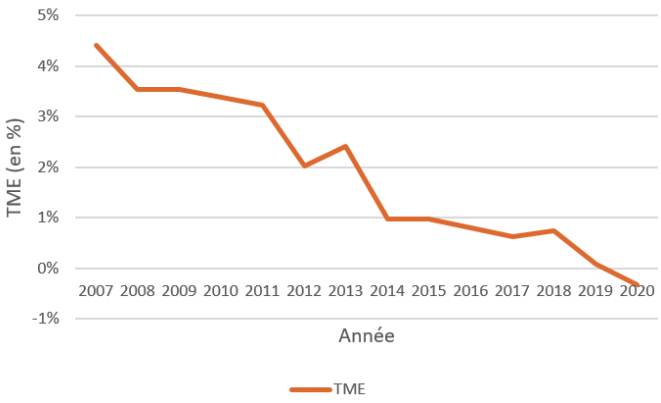


FIGURE 4.2: Évolution du TME depuis 13 ans

La figure 4.2 montre que le TME, représentant le taux d'emprunt d'état moyen sur des maturités supérieures à 7 ans, est très proche de 0 passant dans le négatif dans certains cas. L'assureur ne pouvant pas jouer sur ces taux, il peut en revanche se protéger via des stratégies à l'actif ou au passif

avec des garanties moins favorables pour les assurés mais plus soutenables pour lui. Baisser le niveau de garantie permet également une allocation plus risquée avec potentiellement un rendement meilleur pour l'assuré.

4.2.1 Présentation de l'approche adoptée

Idée sous-jacente à l'étude

La proposition faite par l'EIOPA, à savoir allonger le LLP et ajuster les chocs de taux ont un impact significatif sur la solvabilité des assureurs tel que présenté dans le chapitre précédent. Dans certains cas, les assureurs pourraient faire face à une insuffisance de fonds propres. Il est donc nécessaire voire primordiale pour les différents acteurs de mettre en place des mesures qui permettront d'alléger l'impact sur leur solvabilité.

Table 4.4: Variation de la PVFP

Contexte	PVFP entité	PVFP activité €	PVFP activité UC
Réglementation actuelle	15,3	0,8	14,5
LLP 30 + méthode par translation relative	-6,1	-20,6	14,5

La baisse de PVFP de l'activité euros est très prononcée, pénalisant fortement le ratio de couverture. Les résultats bruts futurs sont impactés par une courbe des taux plus basse à partir de 20 ans jusqu'à la fin de l'univers de projection. Cette baisse des taux engendre une forte réduction des revenus financiers de l'assureur. Dans cette partie, afin de limiter les répercussions sur les résultats de l'assureur, l'option étudiée vise à diversifier le portefeuille de contrats avec des fonds garantissant 100% du capital brut de frais. Ces fonds en euros garantissent des TMG bruts annuels à 0% avec des frais de gestion pouvant aller de 1% à 4%. Les bénéfices ou pertes liés à l'intégration de ces produits dans le portefeuille de l'étude vont donc être analysés.

Démarche adoptée

Pour implémenter ces nouveaux contrats, le portefeuille à l'actif ne subit aucun changement. Il a été choisi d'implémenter ces nouveaux contrats directement dans les *model points* du passif tout en gardant le même volume de PM de départ à savoir un milliard d'euros sur le fonds euros et 220 millions d'euros sur le fond UC.

Six nouveaux *model points* ont été créés pour les six âges différents présents dans le portefeuille initial à savoir 35, 45, 55, 60, 65 et 70 ans. Chaque *model point* a une ancienneté fiscale de 1 an pour représenter la récente commercialisation de ces contrats sur le marché. La proportion entre fonds UC et euros respecte la proportion initiale des *model points*. Ces *model points* possèdent des TMG bruts à 0% ainsi que des chargements sur encours de 2%. Ainsi seulement 98% du capital de ces *model points* est garanti net de frais. Le taux de PB appliqué à tous ces nouveaux contrats est 95%.

La sensibilité de l'assureur à l'introduction de ces nouveaux contrats est étudiée en intégrant en portefeuille un volume d'encours sur ces contrats représentant 3,5 et 7% de l'encours euros initial.

4.2.2 Résultats du test de sensibilité

Profitabilité et taux servis

L'intégration des nouveaux contrats dans le portefeuille de passif a pour objectif d'améliorer la profitabilité de la partie euros du business, cette notion est représentée par la PVFP, le tableau 4.5 illustre donc les résultats obtenus en terme de PVFP stochastique.

TABLE 4.5: Évolution de la PVFP (en M€)

Part de contrat à TMG brut de frais	0% (initiale)	3%	5%	7%
PVFP totale	-6,1	1,4	6,3	11,2
PVFP activité €	-20,6	-13,1	-8,1	-3,2

Nous observons une hausse linéaire de la PVFP en fonction de la proportion de nouveaux contrats. La hausse des résultats bruts est principalement due à la baisse des taux servis aux assurés en moyenne. L'insertion des nouveaux contrats à TMG brut à 0%, permet dans certains cas de servir des taux réels négatifs. Ces TMG sont donc moins pénalisants pour l'assureur. Le graphique 4.3 illustre la baisse de taux servis.

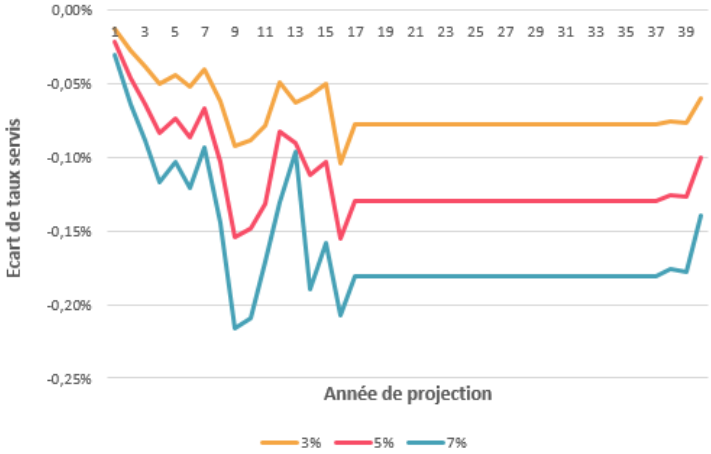
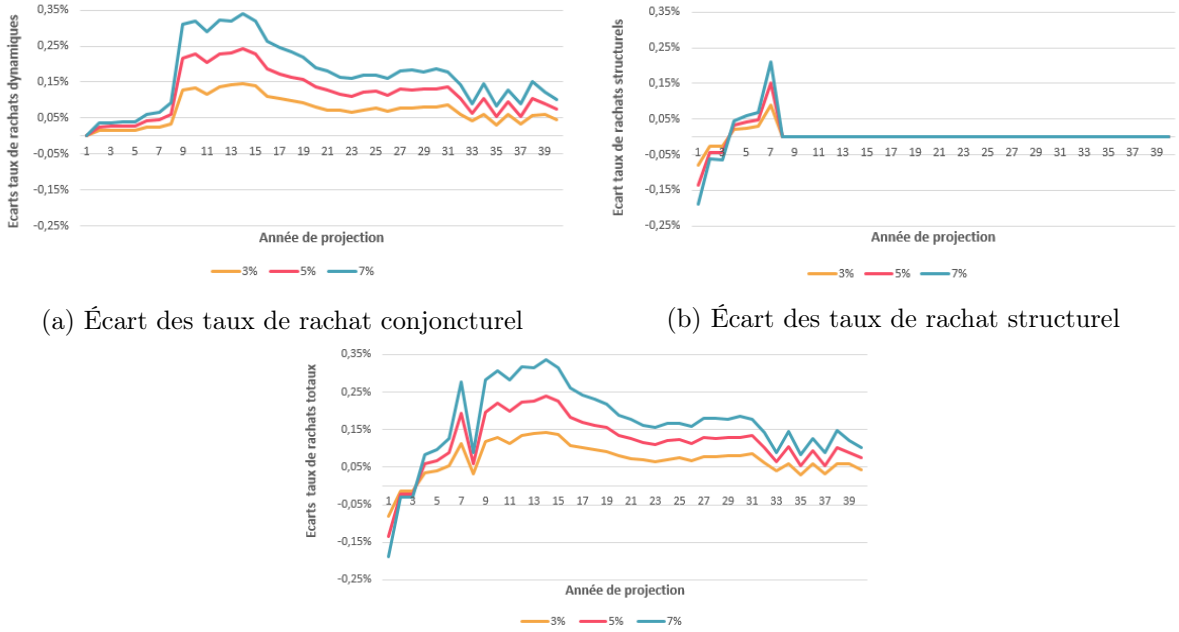


FIGURE 4.3: Écart de taux servi moyen par année

Les taux servis moyens sont moindres pour chaque année de projection et il est constaté que l'augmentation de la proportion de nouveaux contrats s'accompagne d'un écart à la baisse plus important des taux servis. Les bénéfices dégagés par la baisse de revalorisation des PM permet d'obtenir plus de résultat financier et améliorer le résultat brut.

Best Estimate

Avec des garanties moins favorables aux assurés, une hausse des rachats est à prévoir, cette tendance est illustrée la figure 4.4.



(a) Écart des taux de rachat conjoncturel

(b) Écart des taux de rachat structurel

(c) Écart des taux de rachat total

FIGURE 4.4: Comparaison des taux de rachat

Les taux de rachat conjoncturels augmentent avec la proportion de nouveaux contrats. En effet, la baisse des taux servis entraîne un agrandissement de l'écart des taux servis réels et du TME ce qui a pour incidence d'augmenter le taux de rachat conjoncturel. Pour la partie structurelle des rachats, une baisse des taux de rachat est observée sur les premières années de projection due à une part plus importante de contrats avec une ancienneté fiscale faible. Les contrats insérés dans les *model points* ont une ancienneté fiscale de 1 an. Puis de 3 à 8 ans d'ancienneté, les taux de rachats structurels sont plus grands lorsque qu'il y a une part plus importante de nouveaux contrats car ils sont dans les tranches d'ancienneté fiscale où les taux de rachats structurels sont les plus élevés. Une baisse des taux de rachat sur les trois premières années de projection est constatée, le taux de rendement étant encore satisfaisant. Ceux sont les taux structurels qui composent la plus grande part des taux de rachat. Ceux-ci sont supérieurs aux taux de rachat dans le cas d'absence de nouveau contrat. Pour les maturités de 3 à 9 ans l'écart est dû à la hausse des rachats structurels. La différence observée sur les maturités au delà de neuf ans est causée par la hausse des taux de rachats conjoncturels. En effet à partir de neuf ans tous les *model points* ont une ancienneté fiscale supérieure à 8 ans et le taux appliqué est 4,5%.

L'augmentation des rachats est un mécanisme complexe avec des interactions entre taux de rachat et TMG, deux effets inverses peuvent être décrits :

- L'augmentation des rachats entraîne des flux de rachats plus importants et donc augmente les flux de BE ;
- L'augmentation des rachats entraîne une diminution de la PM à revaloriser au TMG venant diminuer les flux de BE futurs et donc implique une baisse du *Best Estimate*.

Dans le cadre de cette étude, l'introduction des nouveaux contrats implique une baisse du *Best Estimate*, comme le montre le tableau 4.6. La revalorisation des contrats étant bien inférieure à la situation sans nouveaux contrats, il y a donc une diminution des BE futurs.

TABLE 4.6: Évolution du *Best Estimate* (en M€)

Part de contrat à TMG brut de frais	0% (initiale)	3%	5%	7%
BE	1 438,7	1 431,2	1 426,2	1 421,3
Variation (en %)		-0,5%	-0,8%	-1,2%

Une baisse linéaire du *Best Estimate* en fonction de la part de nouveaux contrats est constatée. La diminution de la revalorisation des PM couplée à une augmentation des rachats en début de période engendre une baisse des flux futurs de BE futurs qui induit, à son tour, une baisse du BE jusque -1,2%.

Ratio de couverture et SCR

La figure 4.5 montre que le ratio de couverture est meilleur avec une part de nouveaux contrats plus importante.

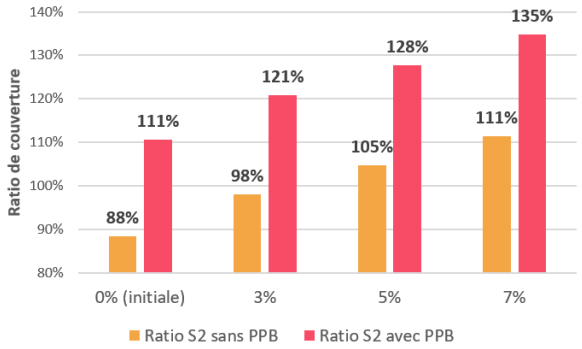


FIGURE 4.5: Évolution du ratio de couverture

L'amélioration du ratio de couverture s'explique par deux variations : celle de la valeur actualisée des profits futurs (PVFP) qui augmente avec la proportion de nouveaux contrats comme vu à la section 4.2.2 et celle du SCR. Le tableau 4.7 illustre la variation du SCR.

TABLE 4.7: Variation du SCR (en M€)

Part de contrat à TMG brut de frais	0% (initiale)	3%	5%	7%
SCR total	110,3	108,3	106,9	105,6
SCR Marché	97,5	96,1	95	94
SCR taux	62,1	60,2	59	57,7
SCR Vie	18,9	17,6	16,7	15,9
SCR Rachat	9,1	8	7,2	6,5

Une baisse linéaire du SCR total et des SCR Marché et Vie est constatée. Les chocs sur la valeur de marché de l'actif sont identiques quel que soit le cas étudié, la variation de SCR est donc seulement causée par la variation de *Best Estimate* et *Best Estimate* choquée. Tout d'abord, comme vu à la section précédente, le BE central évolue à la baisse à l'inverse de la proportion de contrats à TMG brut 0%.

L'introduction des nouveaux produits a pour effet de désensibiliser l'assureur à la baisse des taux. En effet, la possibilité de fournir un TMG brut à 0% avec 2% de chargements - contre 0,58% en moyenne pour le reste du portefeuille - permet à l'assureur, lorsque les rendements des actifs baissent suite à la chute des taux, de pouvoir moins puiser dans ses produits financiers pour reverser le capital garanti. Ainsi, l'exposition de l'assureur au risque de baisse de taux décroît plus il y a de nouveaux contrats dans le portefeuille.

Le SCR de souscription baisse avec l'augmentation de la proportion de nouveaux contrats en portefeuille. Cette baisse s'explique par la chute du SCR rachat. Le scénario de baisse des rachats engendre une augmentation de la duration. Ainsi, les encours à revaloriser les années les moins rentables pour l'assureur, tranche allant de 13 à 23 ans, sont plus importants. L'introduction des nouveaux contrats permet à l'assureur de moins revaloriser les contrats à TMG brut 0% sur ces années là. Cela lui permet également de générer moins de pertes contrairement au portefeuille initial qui impose de revaloriser de manière plus importante.

4.2.3 Conclusion

L'introduction des nouveaux contrats est bénéfique pour l'assureur à tout point de vue, SCR et résultats futurs, grâce à la baisse des taux servis. Cette action permet lorsqu'une forte proportion de nouveaux contrats est intégrée de permettre à l'assureur de retrouver un ratio de solvabilité supérieur à 100% sans intégration de la PPB en fonds propres. Cela peut représenter une solution pour diminuer l'impact des mesures de la revoyure. Cependant ces contrats, moins favorables aux assurés, peuvent être compliqués à développer sur le marché, même si la plupart des nouveaux contrats sont en garantie brute. Des acteurs vont encore plus loin en commercialisant de nouveaux produits garantissant seulement 98% du capital (Karayan, 2020), leur permettant un gain de marche de manoeuvre dans le cas de rendements très faibles.

4.3 Gestion de la duration du portefeuille obligataire

L'application de la méthode par translation relative a un impact très fort sur le SCR de taux d'intérêt du portefeuille étudié. Il va devenir nécessaire pour les assureurs de se désensibiliser à la baisse des taux d'intérêt. Pour se prémunir contre la chute des taux, les assureurs peuvent orienter leur allocation d'actif. Investir dans des actions ou de l'immobilier permet aux acteurs de moins dépendre du niveaux des taux. Leur allocation devient alors plus rémunérateur mais aussi plus risqué. Cette hausse du coût du capital est un frein à changer l'orientation de l'allocation vers des actifs plus risqués.

Il peut aussi être mis en place des stratégies de couverture à l'aide d'options sur les taux, comme les floors. Cependant, ses stratégies sont très coûteuses. De plus même si Solvabilité II expose les assureurs à une baisse des taux. Il a été analysé que les assureurs sont en réalité exposé à la hausse brutale des taux d'intérêt (Bauget, 2019).

Finalement un troisième levier contre la sensibilité à la baisse des taux est étudié et se base sur l'écart de duration.

La duration est un indicateur très utilisé représentant la durée de vie moyenne d'une séquence de flux financiers, elle est calculée via la formule de Macaulay comme la durée de vie des flux pondérée par leur valeur probable actualisée. La formule est la suivante :

$$D = \frac{\sum_{i\geq 1} \frac{F_i \times i}{(1+r)^i}}{\sum_{i\geq 1} \frac{F_i}{(1+r)^i}}.$$

Où :

- F_i est le flux financier probable attendu dans i années ;
- r est le taux d'actualisation.

Le taux d'actualisation, r, est constant sur toutes les années et équivaut au taux actuariel. Les durations de lapoche obligataire et des flux de passif seront utilisées pour l'algorithme de gestion.
Il est à noter que pour le calcul de la duration du passif les flux de rachats conjoncturels ne sont pas pris en compte car le changement d'allocation de la poche obligataire lié à l'algorithme a un impact sur le taux de rendement de l'actif et donc sur la revalorisation de PM et des taux servis. Cet impact se répercute sur les taux de rachats conjoncturels et donc les flux futurs de BE.

Lors de l'application des deux mesures nous constatons L'écart de duration entre actif et passif lors de l'application des deux mesures est répertorié dans le tableau 4.8.

Table 4.8: Évolution de l'écart de duration

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Duration actif	7,86	7,39	6,72	6,08	5,59	5,37	5,22	5,11	5,17	5,40
Duration passif	12,10	11,91	11,73	11,54	11,33	11,10	10,86	10,58	10,31	10,03
Gap de duration	-4,24	-4,52	-5,00	-5,45	-5,73	-5,73	-5,64	-5,47	-5,14	-4,63

La duration de l'actif correspond à la duration de la poche obligataire. Les dix premières années la duration de l'actif est inférieure à celle du passif. Cet écart est causé par la non-liquidité des actifs long-terme poussant l'assureur à investir dans des actifs court-terme.

L'algorithme utilisé permet de gérer la duration de la poche obligataire par rapport à la duration de passif, afin de réduire la sensibilité de l'assureur au variation de taux d'intérêt. Le tableau 4.9 résume l'impact des écarts de duration sur l'actif net lors d'une variation des taux d'intérêts.

Table 4.9: Impact d'une variation de taux sur l'actif net

	$D_{actif} < D_{passif}$	$D_{actif} = D_{passif}$	$D_actif > D_passif$
$\Delta r > 0$	$\Delta NAV > 0$	$\Delta NAV = 0$	$\Delta NAV < 0$
$\Delta r < 0$	$\Delta NAV < 0$	$\Delta NAV = 0$	$\Delta NAV > 0$

Où :

- D_{actif} est la duration de l'actif (de l'actif obligataire) ;

- D_{passif} est la duration du passif ;
- Δr est la variation des taux d'intérêt ;
- ΔNAV est la variation d'Actif net soit le *Best Estimate* moins la valeur de marché des actifs.

D'après ce tableau l'assureur est poussé à réduire son gap de duration pour se prémunir d'une variation des taux d'intérêts.

4.3.1 Présentation de la méthode adoptée

L'algorithme suivi pour gérer l'adossement actif-passif utilise les variables suivantes calculées chaque année :

- $D_{actif}(i)$ est la duration de la poche obligataire avant rebalancement pour l'année i ;
- $D_{passif}(i)$ est la duration du passif pour l'année i ;
- $D_{govies}(i)$ est la duration des obligations d'état avant rebalancement à l'année i ;
- $D_{corp}(i)$ est la duration des obligations d'entreprise avant rebalancement à l'année i ;
- E est l'écart de duration toléré entre actif et passif ;
- $\Delta_{govies}(i)$ les sommes à investir ou désinvestir en obligations d'état à l'année i ;
- $\Delta_{corp}(i)$ les sommes à investir ou désinvestir en obligations d'entreprise à l'année i ;

La première étape de l'algorithme consiste à déterminer la variable E qui est l'écart maximum de duration toléré. Cette variable permet de limiter la duration d'actif. Elle permet, qu'à chaque année, le choix des maturités dans lequel l'assureur investit, respecte les critères suivants : $D_{govies} \leq D_{passif} + E$ et $D_{corp} \leq D_{passif} + E$

Chaque année avant rebalancement les durations de passif, d'obligations d'état et d'entreprise sont calculées puis le modèle passe par une phase de rebalancement modifiée par rapport au modèle initial.

Trois cas différents se distinguent en fonction de la duration avant rebalancement des obligations (notée $D_o(i)$) et de la somme à investir (notée $\Delta_o(i)$), $o \in \{Govies, Corporate\}$:

Cas 1 : Si l'assureur doit désinvestir, soit $\Delta_o(i) \leq 0$. Le même taux de vente est appliqué à toutes les maturités afin d'atteindre la valeur cible pour respecter l'allocation initiale ;

Cas 2 : Si $\Delta_o(i) > 0$ et $D_o(i) \leq D_{passif}(i) + E$, l'algorithme procède au calcul d'une duration cible pour la duration de l'investissement, notée D_{cible}. Cette cible est calculée en fonction du montant à investir $\Delta_o(i)$, de la duration du passif $D_{passif}(i)$, de la tolérance d'écart de duration E et de la valeur de marché des obligations avant rebalancement, notée VM_o. Ensuite une part α de $\Delta_o(i)$ est investi dans l'obligation 20 ans et une part $1 - \alpha$ dans un portefeuille d'obligation composée des maturité 1, 3, 5, 8, 9, 10 , 11, 12 et 15 ans. Un calcul de la duration de l'investissement, D_I est opéré. Tant que $D_I \leq D_{cible}$ la part d'investissement dans des obligations de maturité 20 ans (α) augmente jusque satisfaction de la contrainte ;

Cas 3 : Si $\Delta_o(i) > 0$ et $D_o(i) > D_{passif}(i) + E$, les obligations de maturité maximale sont vendues pour obtenir un portefeuille tel que $D_o(i) \leq D_{passif}(i) + E$. Et enfin la procédure du cas 2 est appliquée.

La procédure de détermination de la duration cible (D_{cible}) s'opère en trois étapes :

- Le calcul du poids des investissements dans la poche obligataire totale est effectué de la manière suivante :
$$poids = \frac{\Delta_o(i)}{\Delta_o(i) + VM_o}.$$
- La duration de la poche obligataire après investissement, notée $D'_o(i)$ est calculée par approximation linéaire :
$$D'_o(i) = (1 - poids) \times D_o(i) + poids \times D_I.$$
- Le calcul de la duration cible pour l'investissement :
$$D_{cible} = \frac{(D_{passif} + E) - (1 - poids) \times D_o(i)}{poids}.$$

4.3.2 Analyse de sensibilité à l'écart de duration autorisé

Pour mesurer l'impact de la gestion par duration sur les indicateurs, une étude de sensibilité sur l'écart de duration toléré E a été réalisée pour les valeurs 0, +1 et +2.

Gap de duration

L'objectif de l'algorithme est de réduire le gap de duration, le graphique 4.6 montre l'évolution du gap de duration en fonction du paramètre E.

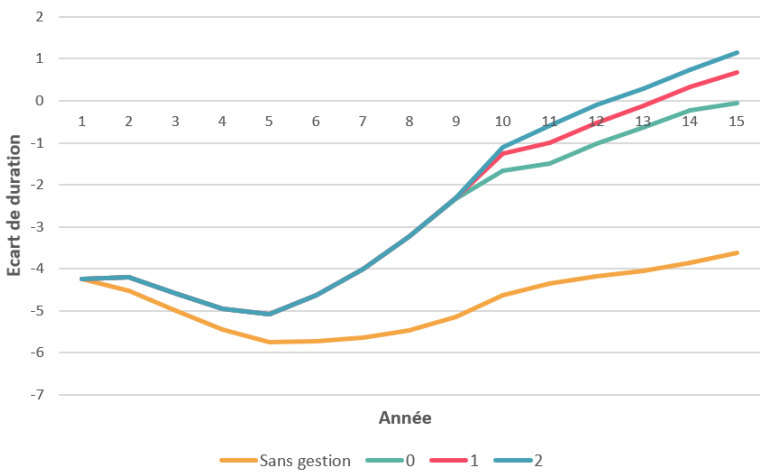


FIGURE 4.6: Évolution du gap de duration

Plus la variable E est grande, plus le gap de duration se réduit rapidement. Cela s'explique par la phase de rebalancement où l'algorithme cible pour la duration de la poche obligataire la valeur $D_{passif} + E$.

Donc plus cette cible est grande, plus le réinvestissement dans des obligations de longues maturités est important. Il est à noter que l'écart de duration est le même pour les huit premières maturités indépendamment du choix de E. En effet, l'impact de réinvestissement ne se remarque pas à court-terme mais sur le moyen ou long-terme.

SCR

Le graphique 4.7 montre l'évolution du SCR de taux d'intérêt à la baisse.

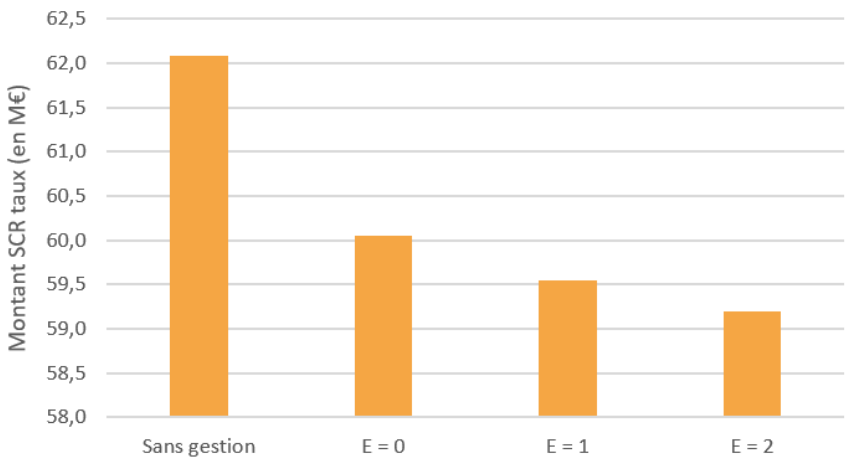


FIGURE 4.7: Évolution du SCR de taux d'intérêt

L'évolution de ce risque est bien celle envisagée. Le SCR de taux baisse dès l'application de l'algorithme de gestion et sa réduction est d'autant plus grande que l'écart E est grand. Il est constatable sur la figure 4.6 que plus la tolérance E est grande, plus le gap de duration se réduit impliquant une baisse de la sensibilité de l'assureur aux variations de taux. Ses résultats sont donc moins impactés par la baisse des taux.
Le niveau global du SCR fluctue également selon le choix de l'écart toléré. Le tableau 4.10 montre cette fluctuation.

TABLE 4.10: Évolution du SCR

en M€	Sans gestion	E = 0	E = 1	E = 2
SCR total	110,3	109,6	109	108,6
SCR marché	97,5	95,6	95,0	94,8
SCR vie	18,9	21,5	21,4	20,7
SCR rachat	9,1	12,5	12,1	11,3

Le SCR total décroît lorsque l'écart de tolérance grandit. Le contrôle de l'adossement actif-passif permet d'améliorer le SCR dès l'activation de l'algorithme de gestion. L'assureur est moins sensible au risque de marché grâce à la réduction du SCR de taux. Plus la valeur de E est grande, plus le risque de marché est bas.
L'application de l'algorithme de gestion augmente le SCR de souscription. Plus la valeur de E est grande, moins l'augmentation est importante. Cela s'explique par la hausse du SCR de baisse des rachats. Une diminution des rachats entraîne une hausse importante de la duration du passif et oblige

l'assureur a réinvestir fortement dans des obligations avec de longues maturités pour combler le gap en début de projection. Seulement l'investissement massif sur des obligations 20 ans contraint l'assureur à ne pas profiter de la hausse des taux en moyenne sur toute la durée de projection et donc de profiter de taux de coupons plus élevés. Cela entraîne une dégradation des taux servis et une augmentation des rachats conjoncturels par rapport à l'absence de gestion de la duration.

Taux de rendement et profitabilité

Le tableau 4.11 présente le taux de rendement moyen des cas étudiés.

Table 4.11: Évolution du taux de rendement moyen

	Sans gestion	E = 0	E = 1	E = 2
TRA moyen	2,03%	2,04%	2,00%	1,97%

Le TRA baisse en fonction de l'écart de duration toléré. Ce constat est contre-intuitif car le réinvestissement en obligations se faisant sur des obligations à grandes maturités donnant des coupons plus élevés peut faire penser que le TRA va augmenter. Seulement comme expliqué précédemment, la gestion de la duration oblige à acheter des obligations 20 ans au début de la projection, sécurisant un taux de rendement mais elle limite les opportunités d'investir plus tard dans des obligations ayant de meilleurs taux de coupon. En effet, comme le montre la figure 4.8 les taux d'intérêt évoluent à la hausse tout au long de la durée de la projection.

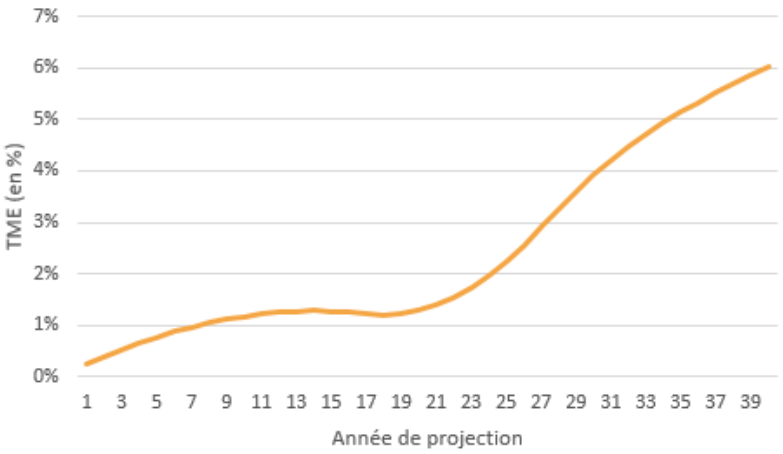


Figure 4.8: Évolution du TME (taux 10 ans)

Le graphique montre que la moyenne sur les projections du taux 10 ans augmente tout au long de la projection, avec un frein à cette croissance entre 20 et 30 dû au changement de LLP passant de 20 à 30 ans.

Il est donc possible que la baisse du TRA est un impact sur les résultats bruts et donc sur la PVFP, le tableau 4.12 montre les écarts de PVFP .

La PVFP est améliorée par rapport au cas sans application de la gestion de la duration pour n'importe quelle valeur de E. En effet, même si le taux de rendement des actifs baisse lorsque le contrôle de l'adossement n'est pas exercé, les obligations sont vendues tout au long de la projection, seulement

Table 4.12: Évolution de la PVFP

en k€	Sans gestion	E = 0	E = 1	E = 2
PVFP	-6 141	-2	-40	- 1 195

la hausse des taux d'intérêt diminue les plus-values générées par la vente venant doter la réserve de capitalisation. Cette dernière qui est reversée à la fin de la projection dans le résultat brut faisant gonfler la PVFP. Dans le cadre de la gestion de la duration, les obligations sont vendues plus tôt permettant de réaliser de plus grandes plus-values et donc dotant la RC de manière plus conséquente. Cependant, plus E est grand, plus la PVFP baisse. Lorsque E est élevée, la duration de l'actif est plus haute et donc plus sensible à l'augmentation des taux d'intérêt, car ayant investit dans des obligations à maturités longues, la hausse des taux d'intérêt a plus d'impact sur leur valeur lors de leur vente que sur des obligations avec des maturités plus faibles. Il y aura donc une reprise de RC plus importante à cause de moins-values plus grandes, ce qui a un impact négatif sur la PVFP.

Ratio de solvabilité

Les impacts observés dans les parties précédentes ont un effet sur le ratio de solvabilité montré à la figure 4.9.

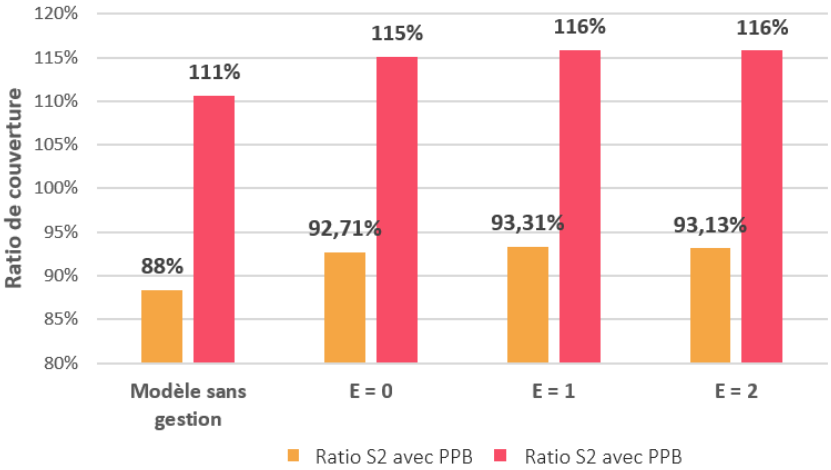


Figure 4.9: Évolution du ratio de couverture

Tout d'abord, pour n'importe quel choix d'écart de duration, l'application de l'algorithme est profitable à la solvabilité de l'assureur, la sensibilité faite sur la variable E conduit au résultat que E = 1 est le choix optimal pour le ratio de couverture. Cependant, sans intégration de la PPB en fonds propres, la gestion de la duration ne permet pas à l'assureur de revenir au dessus de 100% de ratio de solvabilité.

4.3.3 Conclusion

Gérer les allocations de réinvestissement afin de réduire le gap de duration est bénéfique pour l'assureur. Cela lui permet d'améliorer sa PVFP et de diminuer son SCR. Cependant, il ne permet pas, suite à l'introduction des mesures analysées, de rendre le portefeuille solvable. La baisse du SCR taux d'intérêt n'est pas assez importante. En effet, la valeur du SCR de taux est très sensible à la valeur de l'écart de duration à l'état initial. Une réduction au fil de la projection est donc moins impactante. La sensibilité de l'assureur à une poche obligataire possédant une duration plus importante en début de projection pourrait être analysée. L'introduction de stratégies financières de couverture du SCR de taux à la baisse, telles que la couverture via des floors, pourrait également être étudiée.

Conclusion

Après avoir étudié les propositions de l'EIOPA pour la revoyure 2020, fournis dans le *Consultation Paper* d'octobre 2019. Ce mémoire analyse l'impact du changement de structure dans la courbe des taux. La formule actuelle sous-estime fortement les taux de marchés observés au-delà de la maturité 20 ans. En ce sens, l'EIOPA propose de prolonger le LLP à 30 ou 50 ans. Dans le cadre de ce mémoire, le changement de LLP à 30 ans a été analysé.

La seconde mesure appliquée est le changement de choc de taux. en effet, la calibration actuelle ne stresse pas à la baisse les taux négatifs et le choc relatif a très peu d'impact sur les taux proches de zéro. L'approche par translation relative préconisée par l'EIOPA a donc également été étudiée.

L'analyse a porté sur un portefeuille fictif d'un assureur épargne. Il en résulte que l'application du nouveau choc de taux entraîne une hausse du SCR de taux à la baisse de 289%, impliquant une hausse du SCR total de 48%. La courbe de taux à la baisse a pour conséquence de réduire fortement l'effet d'actualisation. L'application du changement de LLP induit une baisse de 140% des profits futurs de l'assureur. Le changement de LLP entraîne une stagnation de la courbe des taux sans risque entre 20 et 30 ans. Il provoque une réduction des rendements des actifs faisant chuter les résultats futurs de l'assureur. Le cumul de ces deux mesures représente une perte de 100 points de ratio de solvabilité pour l'assureur.

L'étude de profil d'assureur ayant des répartitions entre business euros et UC a permis de constater que plus la part d'UC est importante et moins l'assureur est exposé à la mise en place des mesures proposées par l'EIOPA.

L'application combinée de ces amendements au règlement délégué pourrait mettre les assureurs dans des situations de solvabilité difficiles. La sensibilité très forte des assureurs à la variation des taux d'intérêt implique de trouver des mesures afin de réduire l'impact de ces changements.

Deux actions ont été étudiées pour permettre à l'assureur de retrouver un meilleur ratio de solvabilité. La première est l'introduction d'un nouveau produit garantissant un TMG 0% brut de frais. Une sensibilité a été réalisée sur la part de ces contrats dans le portefeuille. Ces produits améliorent la situation de l'assureur, lui dégradant moins ses résultats par la baisse des taux servis.

La deuxième action mise en place est la gestion de la duration de la poche obligataire. Une sensibilité autour de la tolérance accordée au gap de duration entre actif et passif a eu pour effet de réduire le SCR de taux grâce à la réduction du gap de duration. Le changement dans la phase de réinvestissement implique une baisse du SCR et une hausse de la PVFP. Seulement les bénéfices en matière de ratio de solvabilité ne sont pas satisfaisants.

En effet la hausse du SCR de taux augmente la sensibilité de l'assureur à l'écart de duration actif-passif à t=0, point non traité par cet algorithme qui réduit l'écart au fil de la projection.

Il est à noter que le portefeuille étudié est un portefeuille fictif représentant un assureur moyen à fin 2019. Les résultats obtenus sont très volatiles en fonction du contexte économique, mais aussi en fonction de l'optionalité du passif et de la qualité de l'adéquation actif-passif. Il en résulte que les impacts pourront être plus ou moins forts d'un assureur à l'autre et peuvent s'aggraver en situation de maintien de taux bas, comme cela a été observé en 2020.

Bibliographie

Abadie, A. (2020). Révision de Solvabilité 2 : les assureurs vent debout contre les propositions de l'EIOPA. L'Argus de l'assurance n° 7687.

ACPR (2020). Fiche technique de calcul des fonds propres prudentiels. Fiche technique.

Bauget, K. (2019). Mise en place de stratégie de couverture visant à optimiser la valorisation et la solvabilité d'un assureur vie. Mém. de mast. Université Paris-Dauphine, Paris.

Bloch, R. (2020). Assurance-vie : la part des unités de compte continue de progresser. Les Echos n° 23145.

Bonnefoy-Cudraz, P. (2016). Implémentation et calibrage d'un Générateur de Scénarios Economiques : impact sur la volatilité du *Solvency Capital Requirement*. Mém. de mast. EURIA, EURO Insitut d'Actuariat, Brest.

Capitaine, G. (2019). ACPR n° 106 - 2019 - Revalorisation 2018 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante retraite collectifs. Rapport d'analyse. ACPR.

Capitaine, G. (2020). ACPR n° 115 - 2020 - Revalorisation 2019 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante retraite collectifs. Rapport d'analyse. ACPR.

Commission Europénne (2014). Règlement délégué (UE) 2015/35 du 10 octobre 2014 complétant la directive 2009/138/CE. Journal officiel L. 12.

Commission Europénne (2019). Règlement délégué (UE) 2019/981 du 18 mars 2019. Journal officiel L. 161/1.

EIOPA (2011). EIOPA-TFQIS5-11/001, Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency II. Rapp. tech.

EIOPA (2019). EIOPA-BoS-19/465, Consultation Paper on the Opinion on the 2020 review of Solvency II. Rapp. tech.

EIOPA (2020a). EIOPA-BoS-20/749, Opinion on the 2020 review of Solvency II. Rapp. tech.

EIOPA (2020b). EIOPA-BoS-20/751, Background document on the opinion on the 2020 review of Solvency II, Impact Assesment. Rapp. tech.

EIOPA (2020). Insurance statistics. https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/insurance-statistics_en.

FFA (2020). L'assurance française : données clés 2019. Rapport d'analyse. FFA.

Fiedor, P. (2017). Regulatory risk-free yield curve properties and macroprudential consequences. Rapp. tech. ERSB.

Groupe de travail ALM (2020). Impact de la crise financière sur la solvabilité d'une compagnie d'Assurance Vie « Epargne » représentative du marché français. Rapp. tech. Institut des Actuaires.

Karayan, R. (2020). Un bancassureur abaisse la garantie sur le fonds euros. L'Argus de l'assurance n° 7669.

Launay, A. (2019). Quels effets attendre de la revue 2020 de la Directive Solvabilité II sur l'ajustement de volatilité. Mém. de mast. EURIA, EURO Insitut d'Actuariat, Brest.

Ministère de l'Économie et des Finances (2015). Décret n° 2015-513 du 7 mai 2015 pris pour l'application de l'ordonnance n 2015-378 du 2 avril 2015 transposant la directive 2009/138/CE du

Parlement européen et du Conseil sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II). officiel n° 0108.

Ministère de l'Économie et des Finances (2017). Ordonnance n° 2017-484 du 6 avril 2017 relative à la création d'organismes dédiés à l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire et à l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rente. Journal officiel n° 0083.

Ministère de l'Économie et des Finances (2019). Arrêté du 24 décembre 2019 relatif aux fonds excédentaires en assurance vie. Journal officiel n° 0301.

Ministère de l'Économie et des Finances (2019). Décret n° 2019-1437 du 23 décembre 2019 relatif aux contrats d'assurance ou de capitalisation comportant des engagements donnant lieu à constitution d'une provision de diversification et adaptant le fonctionnement de divers produits d'assurance. Journal officiel n° 0299.

Parlement Européen et Conseil de l'Union Européenne (2009). Directive 2009/138/CE du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II). Journal officiel L. 335/I.

SGACPR (2020). Générateurs de scénarios économiques : points d'attention et bonnes pratiques. Note. ACPR.

Simoen, M. et Boutier, G. (2019). Solvabilité 2 : une révision très attendue. L'Argus de l'assurance n° 7619.

Smith, A. et Wilson, P. T. (2001). Fitting Yield Curves with Long Term Constraints. Note de recherche. Bacon et Woodrow.

Annexe A

Annexes

A.1 Tables de calibration des chocs du SCR de taux d'intérêt

Cette partie consiste à présenter les tableaux de calibration des scénarios stressés pour la courbe des taux. La calibration est la même sur la période 1-20 indépendamment du choix de LLP (cf. tableau A.1).

Table A.1: Calibration 1-20 ans

Maturité m	s_m^{up}	b_m^{up}	s_m^{down}	b_m^{down}
1	61%	2,14%	58%	1,16%
2	53%	1,86%	51%	0,99%
3	49%	1,72%	44%	0,83%
4	46%	1,61%	40%	0,74%
5	45%	1,58%	40%	0,71%
6	41%	1,44%	38%	0,67%
7	37%	1,30%	37%	0,63%
8	34%	1,19%	38%	0,62%
9	32%	1,12%	39%	0,61%
10	30%	1,05%	40%	0,61%
11	30%	1,05%	41%	0,60%
12	30%	1,05%	42%	0,60%
13	30%	1,05%	43%	0,59%
14	29%	1,02%	44%	0,58%
15	28%	0,98%	45%	0,57%
16	28%	0,98%	47%	0,56%
17	27%	0,95%	48%	0,55%
18	26%	0,91%	49%	0,54%
19	26%	0,91%	49%	0,52%
20	25%	0,88%	50%	0,50%

Les données observées durant la période 1999-2016 sont prises en compte pour établir cette calibration. Lors de la publication du *Consultation Paper*, l'EIOPA a établi que l'ajout des données récoltées durant l'année 2017 et 2018 n'apporte que des changements négligeables. En revanche lors de la publication de l'avis final, la calibration a été revue en intégrant les données de 2019 et du premier semestre de 2020. Cette revue conduit à une hausse des facteurs du choc baissier de 10 points de base en moyenne due

à l'aplanissement de la courbe des taux en 2020. Dans un soucis de stabilité l'EIOPA n'a pas souhaité revoir la calibration.

Afin d'obtenir la calibration sur toute la courbe des taux, les coefficients $s_m^{up,down}$ sont interpolés linéairement sur la période LLP + 1 an et 90 ans pour atteindre 20%, ils sont ensuite constants à 20% pour les maturités supérieures. Les facteurs $b_m^{up,down}$ sont dépréciés graduellement entre les maturités LLP + 1 ans et 60 ans et restent constants par la suite.

La calibration des chocs se base uniquement sur des données de marché avant le LLP. Le changement de LLP à 30 ans implique que sur la période 21-30 ans les composantes du choc ne sont pas dans la phase d'interpolation vers les valeurs cibles mais bien calibrées sur les évolutions observées historiquement. Ainsi pour la période 21-30 ans, la calibration est décrite à la table A.2 :

Table A.2: Calibration 21-30 ans

Maturité m	s_m^{up}	b_m^{up}	s_m^{down}	b_m^{down}
21	25%	0,87%	49%	0,49%
22	24%	0,85%	50%	0,49%
23	24%	0,82%	51%	0,48%
24	23%	0,80%	51%	0,48%
25	22%	0,78%	52%	0,47%
26	22%	0,76%	52%	0,46%
27	21%	0,74%	53%	0,45%
28	21%	0,72%	53%	0,44%
29	20%	0,70%	53%	0,42%
30	20%	0,69%	53%	0,41%

À part pour la composante relative à la baisse, toutes les composantes sont décroissantes en fonction de la maturité. La calibration sur la période 1-20 ans est identique à celle du LLP 20 ans, l'interpolation des facteurs s et b commence à partir de la maturité 31.

Pour un choix de LLP à 50 ans, le procédé est le même sur la période 31-50 ans. Une nouvelle calibration basée sur les données de marché est menée et l'interpolation linéaire de b et s démarre à 51 ans. Le tableau A.3 représente la calibration entre 31 et 50 ans des facteurs pour un choix de LLP à 50 ans.

Table A.3: Calibration 1-20 ans

Maturité m	s_m^{up}	b_m^{up}	s_m^{down}	b_m^{down}
31	20%	0,70%	53%	0,40%
32	20%	0,71%	53%	0,39%
33	20%	0,71%	54%	0,37%
34	20%	0,71%	54%	0,36%
35	20%	0,71%	54%	0,35%
36	20%	0,72%	54%	0,34%
37	21%	0,72%	55%	0,33%
38	21%	0,72%	55%	0,32%
39	21%	0,73%	56%	0,31%
40	21%	0,73%	57%	0,30%
41	21%	0,74%	57%	0,29%
42	21%	0,74%	58%	0,28%
43	21%	0,75%	59%	0,27%
44	21%	0,75%	61%	0,26%
45	21%	0,75%	62%	0,25%
46	21%	0,75%	62%	0,23%
47	21%	0,75%	63%	0,22%
48	21%	0,74%	64%	0,21%
49	21%	0,74%	64%	0,19%
50	21%	0,73%	65%	0,18%

Sur la période 1-30 ans la calibration est la même que pour un LLP à 30 ans.

A.2 Tests de martingalité

En univers risque neutre, l'hypothèse de martingalité est une des caractéristiques principales à respecter par les tables de projections en sortie du GSE. Il est nécessaire que cette propriété soit vérifiée et validée car source de fuite de modèle. Les fuites de modèle sont les écarts entre la VM des actifs et la somme du BE et de la PVFP après projection stochastique. Cet écart ne doit pas excéder un certain pourcentage de la valeur de marché de l'actif, 0,5% selon les dernières recommandations de l'ACPR (SGACPR, 2020).

Les indices testés sont listés dans le tableau. A.4.

Table A.4: Tests de martingalité effectués

Driver	Test de martingalité
Déflateur	$\mathbb{E}[D(0,T)] = P(0,T)$
Actions	$\mathbb{E}[D(0,t)S_t] = S_0$
Immobilier	$\mathbb{E}[D(0,t)I_t] = I_0$

Le principe des tests de martingalité sont de calculer l'espérance des indices déflatés et de vérifier les hypothèses décrites au tableau A.4. Les tests sont effectués à l'aide de méthode de Monte-Carlo. Les procédés des différents tests sont décrits dans la section suivante.

A.2.1 Méthode de Monte-Carlo

Pour effectuer les tests de martingalité, les méthodes de Monte-Carlo sont utilisées. Elles permettent d'approcher l'espérance des prix déflatés par une somme directe. Ces tests sont relativement simples car demandent de simuler un grand nombre de réalisations, les actualiser à l'aide des déflateurs et calculer leur moyenne empirique. Le recours aux simulations Monte-Carlo se fonde tout d'abord sur la loi forte des grands nombres. Soit $(X_n)_{n\geq 1}$ une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées (i.i.d.) suivant la loi de X. Soit X une variable aléatoire d'espérance μ et de variance σ^2. Dans le cas où X possède un moment d'ordre 1, i.e. $\mu \leq +\infty$. Alors $\overline{X}_n = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} X_i$ est un estimateur sans biais de μ, i.e. $\mathbb{E}[\overline{X}_n] = \mu$ et :

$$\lim_{n\to+\infty} \overline{X}_n \xrightarrow{p.s.} \mu$$

Plus généralement, soit f une fonction mesurable, telle que $\mathbb{E}[|f(X)|] < +\infty$. Alors, par application de la loi forte des grands nombres, la moyenne empirique de la série $(f(X_1), \ldots, f(X_n))$, notée $\overline{f}_n$, converge presque sûrement vers $\mathbb{E}[f(X)] = \mu_f$. Ceci est le fondement des méthodes de Monte-Carlo, l'objectif étant de calculer $\mathbb{E}[f(X)]$ avec une série de n réalisations de la variable X.

Une fois l'estimation faite, les tests cherchent à contrôler l'erreur commise par l'approximation. Le moyen de contrôle est fondé sur le théorème central limite qui dit que :

$$\lim_{n\to+\infty} \frac{\sqrt{n}}{\sigma_f}(\overline{f}_n - \mu_f) \xrightarrow{\mathcal{L}} \mathcal{N}(0,1)$$

Où :

- $\xrightarrow{\mathcal{L}}$ représente la convergence en loi :
- σ_f représente l'écart-type de $f(X)$.

Sous condition d'un nombre suffisant de réalisations, il peut donc être approximé que :

$$\begin{aligned}
\mathbb{P}(\frac{\sqrt{n}}{\sigma_f}|\overline{f}_n - \mu_f| \leq \epsilon) &= \mathbb{P}(- \leq \frac{\sqrt{n}}{\sigma_f}(\overline{f}_n - \mu_f) \leq \epsilon) \\
&= \mathbb{P}(\overline{f}_n - \epsilon\frac{\sigma_f}{\sqrt{n}} \leq \mu_f \leq \overline{f}_n + \epsilon\frac{\sigma_f}{\sqrt{n}}) \\
&\approx 2\Phi(\epsilon) - 1
\end{aligned}$$

Où Φ est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite. Pour avoir un intervalle de confiance de niveau α, il est nécessaire que ϵ prenne la valeur $1 - \frac{\alpha}{2}$. Il est à noter que dans la plupart des cas, la variance n'est pas connue. Cette dernière est remplacée par un estimateur.

Sous condition de l'existence d'un moment d'ordre 2 pour la variable $f(X)$, i.e. $\mathbb{E}[|f(X)|^2] \leq +\infty$,

$$s_n^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(f(x_i) - \overline{f}_n)^2$$

est un estimateur sans biais de la variance de $f(X)$.
Puis par application du lemme de Slutzky, l'intervalle de confiance au niveau α pour μ_f est :

$$[\overline{f}_n - q_{1-\frac{\alpha}{2}}\frac{s_n}{\sqrt{n}};\ \overline{f}_n - q_{1-\frac{\alpha}{2}}\frac{s_n}{\sqrt{n}}]$$

Où $q_{1-\frac{\alpha}{2}}$ est le quantile d'ordre $1-\frac{\alpha}{2}$ de la loi normale centrée réduite.

A.2.2 Procédé des tests

Déflateurs

Pour le test sur les déflateurs, il est souhaité de vérifier l'équation :

$$\mathbb{E}[D(0,t)] = P(0,t), \qquad t \in \{1,\ldots,T\} \tag{A.1}$$

avec $P(0,t)$ le prix zéro-coupon de maturité t fourni par l'EIOPA et T la plus grande maturité projetée soit 40 ans dans le cadre des travaux.

L'espérance des déflateurs est approchée par l'estimateur Monte-Carlo des mille simulations des déflateurs, soit :

$$\mathbb{E}[D(0,t)] \approx \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} D_i(0,t)$$

avec $D_i(0,t)$ la i-ème simulation du déflateur de maturité t

Pour tester l'hypothèse A.1, nous opérons un test sur la moyenne. On considère l'échantillon $(D_1(0,t),\ldots,D_n(0,t))$ représentant une suite de variables aléatoires i.i.d de même loi que D(0,t). Soit $\mu = \mathbb{E}[D(0,t)]$. Alors, l'estimateur de l'espérance de la suite de variables aléatoires, noté $\overline{D}_t$, suit la formule suivante :

$$\overline{D}_t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} D_i(0,t)$$

A cet estimateur s'ajoute l'estimateur sans biais de la variance :

$$s_n = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(D_i(0,t) - \overline{D}_t)^2}$$

Le but du test de martingalité est donc de tester l'hypothèse nulle :

$$H_0 : \mu = P(0,t)$$

contre l'hypothèse alternative :

$$H_1 : \mu \neq P(0,t)$$

Le niveau de confiance pour accepter l'hypothèse nulle est déterminé à 5 %.
Le nombre de scénarios générés est supérieur à 30 et confirme que l'approximation :

$$\sqrt{n}\frac{\overline{D}_t - \mu}{s_n} \approx \mathcal{N}(0,1)$$

est valable. Il en découle que :

$$\mathbb{P}_{H_0}(-q_{1-\frac{\alpha}{2}} \leq \sqrt{n}\frac{\overline{D}_t - \mu}{s_n} \leq q_{1-\frac{\alpha}{2}}) = 1 - \alpha$$

avec P_{H_0} la probabilité sous l'hypothèse nulle soit $\mu = P(0,t)$. Enfin, la règle de décision suivante est adoptée :

- H_0 est acceptée si $P(0,t) \in [\overline{D}_n - q_{1-\frac{\alpha}{2}}\frac{s_n}{\sqrt{n}};\ \overline{D}_n - q_{1-\frac{\alpha}{2}}\frac{s_n}{\sqrt{n}}]$;
- H_0 est rejetée sinon.

Action et immobilier

Dans cette section la procédure du test de martingalité pour l'indice action sera décrite. L'indice immobilier est testé selon la même procédure.

La discrétisation annuelle du processus action suivant le modèle Black Scholes est la suivante :

$$S(t) = S(t-1)\frac{D(0,t-1)}{D(0,t)}exp(-\frac{\sigma^2}{2} + \sigma Z), \qquad Z \sim \mathcal{N}(0,1)$$

Avec :

- S_t le niveau de l'indice action à la date t ;
- σ la volatilité log-normale constante.

Le test de martingalité repose sur la vérification de :

$$\mathbb{E}[D(0,t)S(t)] = S_0.$$

A partir des simulations Monte-Carlo on peut déterminer un estimateur de cette espérance :

$$\overline{S}_t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} D_i(0,t)S_i(t)$$

On considère alors le n-échantillon $(h_t^1, \ldots, h_t^n)$ des valeurs de l'indice action déflaté sur la période $[0,t]$ est $t \in 1, \ldots, T$:

$$h_t^i = D_i(0,t)S_i(t)$$

avec $(h_t^1, \ldots, h_t^n)$ des variables i.i.d. d'espérance μ_h et de variance σ_h^2.

L'objectif est donc de tester l'hypothèse nulle :

$$H_0 : \mu_h = S_0$$

Contre l'hypothèse alternative :

$$H_1 : \mu_h \neq S_0$$

Il en découle la règle de décision suivante :

- H_0 est acceptée si $S_0 \in [\overline{S}_t - q_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{s_n}{\sqrt{n}};\ \overline{D}_n - q_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{s_n}{\sqrt{n}}]$;
- H_0 est rejetée sinon.

avec s_n l'estimateur sans biais de l'écart-type σ_h.