

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

Par : Mehdi Obbaia

**Titre du mémoire** : Intégration et détermination d'une mesure d'illiquidité cohérente permettant de refléter les caractéristiques de liquidité des passifs dans la courbe IFRS17.

Confidentialité :  NON  (Durée :  1 an  2 ans)

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

Membres présents du jury  
de la filière :

.....  
.....  
.....

Membres présents du jury  
de l'institut des Actuares :

.....  
.....  
.....

Signature :

Signature :

Entreprise :

Nom : PwC

Signature

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Arnauld Defo Notam

Signature : 

Invité :

Nom :

Signature :

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

Signature du responsable entre-  
prise :

Signature du candidat :





## Résumé

La mise en place d'IFRS 17 induit des évolutions dans l'évaluation du bilan des assureurs. La courbe d'actualisation est clé dans l'estimation des passifs en vision économique et sa construction est encadrée par la norme.

La méthode "Bottom-up" est une des méthodes proposées par IFRS17 pour établir la courbe des taux. Elle s'appuie sur une courbe de taux sans risque à laquelle s'additionne une prime d'illiquidité. Cette méthode requiert une réflexion sur les méthodes et options à retenir pour établir chacune des composantes.

Ce mémoire explore les méthodologies mises en œuvre pour la mesure d'une prime d'illiquidité cohérente sur l'ensemble du portefeuille d'actifs des compagnies en adaptant la méthode du VA EIOPA pour la poche obligataire et en utilisant le ratio de Sharpe pour les autres classes d'actifs. Puis, il s'interroge sur les approches permettant de refléter les caractéristiques de liquidité des différents périmètres de passifs à partir de la prime d'illiquidité actif précédemment estimée.

Ce mémoire se focalise aussi sur la nouvelle méthode d'extrapolation alternative pour la courbe des taux sans risque via le LLFR et à la façon à laquelle s'y rattache la prime d'illiquidité pour aboutir à une courbe des taux IFRS17. Il démontre la complexité d'avoir une méthodologie robuste et fait naître une réflexion sur les hypothèses et les paramètres à retenir.

L'étude des sensibilités sur une portefeuille d'assurance vie met en exergue les impacts significatifs de la prime d'illiquidité sur le bilan des assureurs, sur la signature de profitabilité et sur la correction Bow-Wave.

Mots-clés : IFRS 17, Bottom-Up, Courbes des taux d'actualisation, FSP, LLFR, Prime de liquidité, VA, Actifs diversifiés, Ratio de Sharpe, CSM, VFA, Bow-Wave...

## Abstract

The implementation of IFRS 17 has led to changes in the valuation of insurers' balance sheets. The discount curve is fundamental to the estimation of economic liabilities and its construction is governed by this new standard.

The "bottom-up" method is one of the methods proposed by IFRS 17 to establish the discount curve. It is based on a risk-free rate curve to which an illiquidity premium is added. This method requires reflection on the methods and options to be used to establish each of the components.

This report explores the methodologies used to measure a consistent illiquidity premium for the whole portfolio of assets of the companies by adapting the VA EIOPA method for the bond portfolio and by using the Sharpe ratio for the other asset classes. It then examines approaches to reflect the liquidity attributes of the different liability scopes based on the previously estimated asset illiquidity premium.

This study also focuses on the new alternative extrapolation method for the risk-free yield curve via the LLFR and how the illiquidity premium is related to it in order to arrive at an IFRS17 yield curve. It highlights the complexity of establishing a robust methodology and gives rise to concerns about the assumptions and parameters to be applied.

The study of sensitivities on a life insurance portfolio illustrates the significant impact of the illiquidity premium on the insurers' balance sheet, on the profitability signature and on the Bow-Wave correction.

Keywords : IFRS 17, Bottom-Up, Discount rate curves, FSP, LLFR, Liquidity premium, VA, Diversified assets, Sharpe ratio, CSM, VFA, Bow-Wave...

## Note de Synthèse

L'IASB (International Accounting Standards Board) a publié en mai 2017 un nouveau standard comptable d'évaluation des contrats d'assurances. Cette nouvelle norme appelée [IFRS17 \(International Financial Reporting Standard\)](#) sera mise en application au 1<sup>er</sup> janvier 2023 à la place de l'ancienne norme transitoire IFRS4 en vigueur depuis 2004.

Cette norme s'applique à l'ensemble des contrats d'assurances et crée un cadre spécifique pour l'estimation des engagements de passifs, les marges et les risques afin de faciliter la comparabilité des compagnies d'assurances et les analyses des bilans. La mise en place d'IFRS 17 induit des évolutions dans les méthodes d'estimations actuarielles. Les engagements de passifs sont estimés en vision économique et se dénomment dorénavant PVFCF (Present Value of Future Cash-Flow) soit la valeur actualisée des cash-flows futurs. Par construction, cette notion accorde une importance considérable à la valeur temps de l'argent par le biais de l'actualisation.

La courbe d'actualisation est un élément clé dans l'estimation des passifs d'un assureur et de la couverture des événements futurs incertains. Le paragraphe B36 décrit les orientations à suivre pour l'évaluation de la courbe des taux. Elle doit permettre de refléter la valeur temps de l'argent, les spécificités des cash-flows des contrats d'assurances tout en choisissant des instruments financiers cohérents avec les données de marche.

La norme ne définit pas une approche prescriptive pour la construction de la courbe des taux. Elle en donne plutôt des orientations. Les acteurs peuvent évaluer et actualiser leurs passifs de façon globale via les modélisations stochastiques ou risque-neutre (paragraphe B77) selon les deux méthodologies de construction recommandée par IFRS17 dans les paragraphes B80 à B82 :

**Bottom-Up** : Cette approche s'appuie essentiellement sur une courbe de taux sans risque à laquelle s'additionne une prime d'illiquidité. Cette dernière doit refléter les caractéristiques des passifs détenus par l'assureur,

**Top Down** : Les compagnies peuvent déterminer une courbe d'actualisation unique construite à partir des données internes qui reflète les caractéristiques propre à chaque compagnie ou d'un portefeuille de référence, modulo des ajustements liés notamment au risque de crédit.

Néanmoins, la plus part des acteurs choisissent la méthode **Bottom-Up** qui est moins complexe à appréhender. Cette méthode s'aligne avec l'approche actuelle sous solvabilité II et s'inscrit plus facilement dans les différents processus de production. Aucune contre-

indication dans la norme IFRF17 n'interdit l'utilisation de la méthodologie Solvabilité II et de sa courbe des taux sans risque. La méthode Bottom-up reviendrait à ajuster cette unique courbe sans risque avec une prime d'illiquidité. Cette dernière sera calibrée en fonction des caractéristiques des contrats d'assurances en portefeuille.

*Ce mémoire se concentrera sur la méthode Bottom-up en choisissant la méthode adéquate de construction de la courbe des taux sans risque et de détermination d'un niveau de prime d'illiquidité raisonnable* **L'objectif à atteindre est de pouvoir identifier et intégrer une mesure d'illiquidité cohérente permettant de refléter les caractéristiques de liquidité des passifs dans la courbe IFRS17.**

### • Construction de la courbe des taux sans risque

La construction de la courbe des taux sans risque repose sur les mêmes méthodologies utilisées que celle adoptées par les acteurs sous Solvabilité II. Les taux de référence correspondent aux taux swaps jusqu'au dernier point liquidité (20 ans) puis sont extrapolés selon une méthodologie proposée par l'EIOPA. Cette dernière correspondait à la méthode de Smith-Wilson qui permet d'obtenir une courbe Market-Consistant, lisse et qui converge vers l'UFR (Ultimate Forward Rate) à l'aide d'une vitesse et d'un horizon de convergence.

Néanmoins, la révision 2020 de SII a abouti à la nécessité de faire évoluer les paramètres ou la méthode d'extrapolation suite à l'évolution de la liquidité des swaps selon les critères DLT. Pour ce faire, l'EIOPA a proposé de maintenir le LLP à 20 ans en le rebaptisant FSP (First Smoothing Point) et d'introduire une nouvelle méthode d'extrapolation alternative avec des nouveaux paramètres tels que le LLFR (Last Liquid Forward Rate)<sup>1 2</sup> :

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

Cette nouvelle méthode permet l'extrapolation vers l'UFR en prenant en compte la contribution des forwards DLT après le FSP grâce au LLFR. Elle est plus Market Consistant et permet de limiter les écarts entre la courbe extrapolée et les données de marché. La méthode d'extrapolation alternative est utilisée comme référence pour la construction de la courbe des taux sans risque. Elle est compatible avec les principes d'IFRS17 et a été adoptée par la majorité des acteurs européens pour les besoins d'IFRS17.

### • Détermination d'une Prime d'illiquidité

L'illiquidité est un concept clé en assurance. Les engagements d'assurance ne peuvent être vendus ou échangés sur les places financières et sont de nature peu liquide. Les passifs d'assurances sont moins liquides que les instruments financiers cotés. En assurance, différentes méthodes existent pour déterminer une prime d'illiquidité. Toutefois, l'ensemble des

---

1. Le LLFR correspond à la moyenne pondérée par le volume des échanges résiduels des taux forwards sur 5 périodes

2.  $w_i$  correspond au poids des échanges sur chaque maturité  $i$ .  $f_{i,j}$  est égale au taux forward entre les maturités  $i$  et  $j$

méthodes ont recours aux actifs en face des engagements de passifs pour calculer la prime d'illiquidité.

Dans le cadre d'IFRS17 et sous l'approche ascendante, il est nécessaire de prendre en compte **un niveau de prime d'illiquidité adéquat** dans l'estimation des engagements de passifs. L'objectif de ce mémoire est de calibrer une prime d'illiquidité cohérente avec les caractéristiques des différentes classes de passifs et répondant aux exigences de la norme IFRS17.

Le point de départ pour estimer la prime d'illiquidité correspond au Volatility Adjustment sous S2. La méthodologie du VA a pour objectif de réduire l'impact de la variation des spreads due aux fluctuations et aux chocs de liquidité et d'éviter tout biais dans l'estimation des passifs long-terme. La méthodologie du VA EIOPA n'est pas totalement adaptée aux exigences de l'approche bottom-up pour la mesure d'une prime d'illiquidité. En effet, le VA est non seulement calculé sur un portefeuille de référence européen limité aux obligations, ne reflétant pas les caractéristiques du portefeuille des assureurs, mais aussi utilise un coefficient forfaitaire de 65% ne prenant en compte la typologie du passif.

Des évolutions ont été proposées sur l'approche VA pour pouvoir valoriser une prime d'illiquidité IFRS17 avec le portefeuille propre à chaque compagnie sur l'ensemble des actifs et en adaptant le coefficient forfaitaire. Le spread d'illiquidité du VA adapté a été calculé sur la poche obligataire du portefeuille d'actif de la compagnie sélectionnée. Il s'établit à 91 bps et à 59 bps en appliquant le coefficient de 65% de l'EIOPA.

Sur la partie obligataire, d'autres approches alternatives (en modifiant le risk correction<sup>3</sup>) ou proxy comme proposée par le QIS ont été aussi analysées dans ce mémoire. Les approches alternatives aboutissent à des niveaux de spreads similaires alors que les méthodes par proxy dégradent fortement la mesure d'illiquidité. Les approches de la méthode proxy devraient être utilisées qu'à des fins de calculs de sensibilités et d'études d'impacts.

Cependant, même si la méthode EIOPA ne considère que les actifs à taux fixe, le portefeuille des compagnies d'assurances vie ne se limite pas qu'aux obligations. Les assureurs ont vocation à investir en immobilier, en actions, en private equity et en infrastructures. L'estimation d'une prime d'illiquidité pour la totalité des classes d'actifs permet de tenir compte de l'ensemble des caractéristiques du portefeuille des assureurs.

Par conséquent, une mesure d'illiquidité est réalisée sur les actifs illiquides. Cette estimation a été réalisée à l'aide du Ratio de Sharpe. Elle a nécessité le calcul de deux ratios de Sharpe liquide et illiquide en considérant respectivement des indices de références listés et non-listés par typologie d'actifs. La prime d'illiquidité peut être ainsi approchée via la formule suivante :  $\sigma_{illiquide} \cdot (RS_{illiquide} - RS_{liquide})$ <sup>4</sup>

---

3. Méthode EIOPA avec proposition d'un calcul d'une correction de risque plus adaptée à une probabilité de défaut spot. Le risk correction EIOPA reflète plutôt une mesure de la moyenne des spreads long terme sur 30 ans (LTAS)

4.  $\sigma$  : La volatilité du rendement de l'indice illiquide ; RS : Ratio de Sharpe

La prime d'illiquidité sur le portefeuille d'actif de la compagnie étudiée est de 25 bps. Le niveau obtenu sur les actifs diversifiés n'est pas neutre et pourrait avoir des impacts significatifs sur la valorisation des engagements de l'assureur.

Certains analystes pourraient penser que l'approche suggérée par le ratio de Sharpe permet plutôt de mesurer une prime de risque. Actuellement, il n'existe pas de méthodologies unanimement consenties pour estimer une prime d'illiquidité sur ces actifs. Toutefois, le marché s'accorde sur l'illiquidité de ces actifs diversifiés. Et le ratio de Sharpe représente la meilleure méthodologie existant à date permettant d'approcher l'illiquidité des autres actifs faute de trouver une approche plus adéquate.

Après avoir estimé les primes d'illiquidité sur l'ensemble du portefeuille d'actif, la méthode initiale prévoit d'appliquer le coefficient forfaitaire de 65% pour passer de l'actif au passif. Il convient de le remplacer et de prendre en compte les spécificités du passif d'assurance pour l'estimation de ce facteur :

- Sur l'Épargne-Retraite, les contrats ont des maturités longues avec des clauses de sorties spécifiques (si elles existent). La prime d'illiquidité du passif devrait correspondre à minima à celle de l'actif avec un coefficient égal à 100%.
- Sur les autres périmètres, les contrats sont plus liquides. La prime d'illiquidité devrait être égale à 0%, à 50% de la PI actif selon le bucket 3 EIOPA.

La prime d'illiquidité finale correspond à la somme pondérée par les poids des différents primes d'illiquidité à laquelle le coefficient est ensuite appliqué. Pour la compagnie sélectionnée sur les garanties Épargne-retraite, la prime d'illiquidité actif a été retenue en totalité pour le passif est de 116 bps et est intégrée à la courbe des taux sans risque.

Toutefois, il est à noter qu'une analyse du marché des assureurs européens montre que les méthodologies appliquées pour l'estimation de la PI ne font pas de consensus que ce soit sur le scope et les poids des actifs, les coefficients de passage. Les solutions retenues pour la mesure de la prime d'illiquidité sont propres à chaque compagnie.

### **• Intégration de la PI dans la courbe des taux**

Sur la partie liquide de la courbe, la prime d'illiquidité est directement additionnée aux taux swaps jusqu'au FSP (fixé à 20 ans). L'EIOPA a aussi formalisé une opinion sur la manière de prendre en compte le VA ou la prime d'illiquidité dans les LLFR. L'EIOPA recommande de ne tenir compte de la prime d'illiquidité que dans la partie liquide soit avant le FSP et d'ajouter la prime que dans le  $f_{15,20}$  du LLFR.

Néanmoins, la construction de la courbe des taux IFRS17 via l'approche Bottom-Up nécessite aussi une réflexion sur la prise en compte de la prime d'illiquidité dans l'extrapolation à partir du FSP. En effet, par construction, la mesure de liquidité devrait refléter la projection des flux jusqu'à l'extinction des engagements. Les passifs d'assurances d'une compagnie d'assurance vie ont des flux à maturité très longues. Par conséquent, la considération d'une prime d'illiquidité dans l'extrapolation ne serait pas une option à exclure. Pour

ce faire, il pourrait convenir d'ajouter la PI dans le calcul du LLFR jusqu'à extinction des flux à horizon 30 ans et de tester ses impacts.

### • Études d'impacts

Les impacts de la mesure d'illiquidité et de l'horizon d'extrapolation de la PI post-FSP ont été étudiés sur un bilan de compagnie d'assurance vie et sur l'effet Bow-Wave grâce au modèle ALM PwC sur le portefeuille de la compagnie sélectionnée en VFA. Il a été constaté que plus la courbe est élevée, plus la PVFCF diminue grâce aux effets conjugués de l'actualisation et de la baisse de la TVOG. Les variations de meilleurs engagements de passifs ont des impacts directs sur la CSM. Le niveau de la prime d'illiquidité peut aller jusqu'à faire changer la signature de profitabilité d'un portefeuille.

Concernant l'effet Bow-Wave, il a été estimé que la PI contribue à mieux amortir la CSM selon les services rendus sur la période et ainsi à diminuer les effets du Bow-wave. Plus le sur-rendement est important, plus les corrections de unités de couverture sont significatives.

→ Il est important de mesurer convenablement la prime d'illiquidité à la vue de la sensibilité du bilan IFRS17 à l'ajustement réalisé. Une estimation erronée pourrait changer et impacter la signature de profitabilité des assureurs et le rythme de reconnaissance des profits.

### • Conclusion

Ce mémoire s'est consacré à la mesure d'une prime d'illiquidité cohérente reflétant correctement la liquidité de passifs mais aussi à la manière de prendre en compte cette mesure dans la nouvelle méthode d'extrapolation alternative de la courbe des taux. Il permet d'avoir une appréciation convenable des méthodologies retenues pour l'estimation d'une PI adéquate et de ses impacts sur une portefeuille d'assurance vie. Il montre la complexité d'avoir une méthode robuste et amène une réflexion sur les choix des hypothèses et des paramètres à retenir. La non-émergence d'une méthode unique sur cette thématique pourrait entraîner des biais dans la comparabilité des bilans des assureurs au regard de la volatilité des indicateurs économiques à la prime d'illiquidité. Il conviendrait aux actuaires de choisir une méthode pérenne, de justifier et de documenter la méthodologie et les hypothèses et de publier les sensibilités du bilan à la courbe des taux et à la PI.

## Synthesis Note

The IASB (International Accounting Standards Board) published a new accounting standard for the valuation of insurance contracts in May 2017. This new standard called [IFRS17 \(International Financial Reporting Standard\)](#) will be effective as of January 1, 2023 in place of the former transitional standard IFRS4 in effect since 2004.

This standard applies to all insurance contracts and creates a specific framework for estimating liabilities, margins and risks in order to facilitate the comparability of insurance companies and balance sheet analyses. The implementation of IFRS 17 leads to changes in the methods of actuarial estimates. Liabilities are estimated from an economic approach and are now known as PVFCF (Present Value of Future Cash-Flow), i.e. the present value of future cash flows. By construction, this concept gives substantial importance to the time value of money through discounting.

The discount curve is a key element in estimating an insurer's liabilities and coverage for uncertain future events. Paragraph B36 describes the guidelines for the valuation of the discount curve. It should reflect the time value of money, the specific features of cash flows of an insurance contract and should be consistent with the market data.

The standard is not setting out a prescriptive approach to the construction of the yield curve. Rather, it provides a guideline. Companies can evaluate and discount their liabilities globally via stochastic or risk-neutral modeling (paragraph B77) following the two construction methodologies recommended by IFRS17 in paragraphs B80 to B82 :

- **Bottom-Up** : This approach is essentially based on a risk-free rate curve to which an illiquidity premium is added. The latter must reflect the characteristics of the liabilities held by the insurer.
- **Top Down** : The insurers can determine a single discount curve based on internal data that reflects the characteristics of each company or a reference portfolio, with adjustments linked in particular to credit risk.

Nevertheless, most actors choose the **Bottom-Up** method which is less demanding to apprehend. This method is in line with the current approach under Solvency II and is more easily integrated in the different production processes. There is no counter indication in the IFRS17 standard that prevents the use of the Solvency II methodology and its risk free rate curve. The bottom-up method would be to adjust this single risk-free curve with an illiquidity premium. The latter will be calibrated according to the characteristics of the insurance contracts in the portfolio.

*This memorandum will focus on the bottom-up method by choosing the appropriate method for constructing the risk-free curve and determining a reasonable liquidity premium level. The objective is to be able to integrate and identify a coherent measure of illiquidity that reflects the liquidity features of the liabilities in the IFRS17 curve.*

### **- Construction of the risk-free rate curve**

The construction of the risk-free rate curve is based on the same methodologies used by the actors under Solvency II. The reference rates correspond to swap rates up to the last liquidity point (20 years) and are then extrapolated according to a methodology proposed by EIOPA. The latter corresponds to the Smith-Wilson method, which produces a smooth, market-consistent curve that converges to the UFR (Ultimate Forward Rate) at a given speed and convergence horizon.

Nevertheless, the 2020 review of SII led to the need to evolve the parameters or the extrapolation method as a consequence of the DLT liquidity evolution of swaps. To do so, EIOPA proposed to maintain the LLP at 20 years and rebrand it as FSP (First Smoothing Point) and to introduce a new alternative extrapolation method with new parameters such as the LLFR (Last Liquid Forward Rate)<sup>5 6</sup> :

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

This new method allows extrapolation to the UFR by taking into account the contribution of DLT forwards after the FSP thanks to the LLFR. It is more Market Consistent and allows to limit the discrepancies between the extrapolated curve and the market data. The alternative extrapolation method is used as a reference for the construction of the risk-free rate curve. It is compatible with the principles of IFRS 17 and has been adopted by the majority of European companies for the purposes of IFRS 17.

### **- Liquidity Premium Assessment**

Illiquidity is a key concept in insurance. Insurance liabilities cannot be sold or traded in the financial markets and are illiquid in nature. Insurance liabilities are less liquid than listed financial instruments. In insurance, different methods can be used to determine an illiquidity premium. However, all of the methods use the Assets over Liabilities to calculate the liquidity premium.

Under IFRS17 and the bottom-up approach, it is necessary to take into account an appropriate level of liquidity premium in the estimation of liability commitments. The objective of this thesis is to calibrate an illiquidity premium that is consistent with the features

---

5. The LLFR corresponds to the volume-weighted average of the residual trades of the forwards rates over 5 periods

6.  $w_i$  corresponds to the weight of the trades on each  $i$  maturity.  $f_{i,j}$  is equal to the forward rate between maturities  $i$  and  $j$

of the different classes of liabilities and that fulfills the requirements of IFRS 17.

The starting point for estimating the liquidity premium is the Volatility Adjustment under S2. The purpose of the VA methodology is to reduce the impact of spread variation due to liquidity fluctuations and shocks. The EIOPA IL methodology is not fully adapted to the requirements of the bottom-up approach for measuring an illiquidity premium. Indeed, not only is the Va calculated on a European reference portfolio limited to bonds, not reflecting the characteristics of the insurers' portfolio, but it also uses a flat 65% coefficient that does not take into account the typology of the liabilities.

Evolutions have been proposed on the VA approach in order to be able to value an IFRS17 illiquidity premium with the portfolio specific to each company on all the assets and by adapting the fixed factor. The illiquidity spread of the adapted VA was calculated on the bond pocket of the selected company's asset portfolio. It is 91 bps and 59 bps when applying the EIOPA 65% coefficient.

On the bond side, other alternative approaches (by modifying the risk correction<sup>7</sup>) or proxies as proposed by QIS have also been analyzed in this memorandum. The alternative approaches result in similar levels of spreads while the proxy methods significantly degrade the illiquidity measure. Proxy approaches should only be used for sensitivity calculations and impact studies.

Although the EIOPA methodology only considers fixed-rate assets, the portfolio of life insurance companies is not limited to bonds. Insurers are likely to invest in real estate, equities, private equity and infrastructure. Estimating an illiquidity premium for all asset classes allows to take into account all the characteristics of the insurers' portfolio.

Therefore, a measure of illiquidity is performed on illiquid assets. This estimate was made using the Sharpe Ratio. It required the calculation of two Sharpe ratios, liquid and illiquid, considering respectively listed and unlisted benchmarks by asset type. The illiquidity premium can thus be approximated by the following formula :  $\sigma_{liquid} \cdot (RS_{liquid} - RS_{illiquid})$ <sup>8</sup>

The illiquidity premium on the asset portfolio of the company studied is 25 bps. The level obtained on the diversified assets is not neutral and could have significant impacts on the valuation of the insurer's liabilities.

Some analysts might think that the approach suggested by the Sharpe ratio is a risk premium measure. At present, there is no consensus on the methodologies for estimating an illiquidity premium on these assets. However, the industry agrees on the illiquidity of these diversified assets. And the Sharpe ratio represents the best existing methodology to date for approximating the illiquidity of other assets for as long as no more appropriate approach

---

7. EIOPA method with a suggested calculation of a risk correction more adapted to a spot default probability. The EIOPA risk correction reflects instead a measure of the 30-year average of long-term spreads (LTAS)

8. *sigma* : The volatility of the illiquid index return ; RS : Sharpe ratio

has been found.

After estimating the illiquidity premiums on the entire asset portfolio, the initial method provides for the application of a flat 65% coefficient to convert from assets to liabilities. This should be overtaken and the specific features of insurance liabilities should be taken into account when estimating this factor :

- In retirement savings, the contracts have long maturities with specific exit clauses (if they exist). The illiquidity premium for liabilities should correspond at least to that for assets with a coefficient equal to 100%
- On the other perimeter, the contracts are more liquid. The illiquidity premium should be equal to 0 %, at 50 % of the asset IP according to EIOPA bucket 3.

The final illiquidity premium corresponds to the weighted sum of the different illiquidity premiums per asset type to which the coefficient is applied. For the company selected on the Retirement Savings guarantees, the asset illiquidity premium was kept in totality for the liabilities. The final illiquidity premium is 116 bps and is integrated into the risk-free rate curve.

However, it should be noted that an analysis of the European insurance market shows that there is no common consensus on the methodologies used to estimate the IP, whether on the scope and weights of the assets or on the passage coefficients. The solutions used to measure the illiquidity premium are specific to each company.

### **- Integration of IP into the yield curve**

On the liquid part of the curve, the illiquidity premium is directly added to the swap rates up to the FSP (fixed at 20 years). EIOPA has also formalised an opinion on how to take into account the illiquidity premium in the LLFR. EIOPA recommends that the illiquidity premium should only be taken into account in the liquid part, i.e. before the FSP, and that the premium should only be added in the  $f_{15,20}$  of the LLFR.

Nevertheless, the construction of the IFRS17 yield curve through the Bottom-Up approach also requires a thought on the consideration of the illiquidity premium in the extrapolation from the FSP. Indeed, by construction, the liquidity measure should reflect the projection of the cash flows until the extinction of the liabilities. The insurance liabilities of a life insurance company have very extended maturities. Therefore, the consideration of an illiquidity premium in the extrapolation would not be an option to exclude. To do so, it might be appropriate to add the IP in the calculation of the LLFR until the 30 years cash flows are fully expired.

### **Impact studies**

The impacts of the illiquidity measure and the extrapolation horizon of the post-FSP IP were studied on a life insurance company balance sheet and on the Bow-Wave effect using the PwC ALM model on the portfolio of the company selected in VFA. It was found that the higher the curve, the lower the PVFCF due to the combined effects of discounting and lower TVOG. The variations of the best estimate liabilities have a direct impact on the CSM.

The level of the illiquidity premium can even change the profitability signature of a portfolio.

Concerning the Bow-Wave effect, it has been estimated that IP contributes to a better amortization of the CSM according to the services provided over the period and thus to a reduction of the Bow-Wave effects. The greater the over-performance, the more significant the coverage unit corrections.

→ It is important to properly measure the illiquidity premium in view of the sensitivity of the IFRS17 balance sheet to the adjustment made. An inaccurate estimate could change and impact the insurers' profitability signature and the rhythm of profit recognition.

### **- Conclusion**

This memorandum was devoted to the measurement of a coherent illiquidity premium that correctly reflects the liquidity of liabilities, but also to the way in which this measure can be taken into account in the new method of alternative extrapolation of the rate curve. It provides a proper appreciation of the methodologies used to estimate adequate IP and its impact on a life insurance portfolio. It shows the complexity of having a robust method and leads to a reflection on the choice of assumptions and parameters. The non-emergence of a single method on this matter could lead to biases in the comparability of insurers' balance sheets with regard to the volatility of economic indicators at the illiquidity premium. Actuaries should choose a sustainable method, justify the methodology and assumptions, and disclose balance sheet sensitivities to the yield curve and IP.

## Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier Grégory Saugner, mon associé qui m'a accordé sa confiance durant ces dernières années.

Je remercie également mon tuteur en entreprise, Arnauld Defo Notam, pour l'aide qu'il m'a apportée ainsi que pour son encadrement. Je le remercie aussi pour son implication, les conseils formulés pour la concrétisation de ce mémoire ainsi que les nombreuses heures passées ensemble sur les missions communes.

Je remercie Olivier Lopez, directeur de l'ISUP, qui est mon tuteur académique pour son suivi et ses nombreux conseils ainsi que l'ensemble des enseignants de l'ISUP et de Télécom Sud-Paris qui m'ont accompagnés pendant l'ensemble de mon double cursus.

Enfin, je remercie tous mes collègues et le management group actuariat pour leur conseils et leur accompagnement.

## Glossaire :

Cette section détaille le lexique des termes utilisées dans ce mémoire :

**IASB** : International Accounting Standard Board - Bureau international des normes comptables

**IFRS** : International Financial Reporting Standards - Normes comptables internationales

**EIOPA** : European Insurance and Occupational Pension Authority - Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles

**MCEV** : Market-Consistent Embedded Value

**CF** : Cash-Flows - Flux Financiers

**PVFP** : Present Value of Future profits - Valeur actualisé des profits futurs

**TVOG** : Time Value of options and guarantees - Valeur temps des options et garanties

**VIF** : Value of Inforce : Valeur du Stock

**BE** : Best Estimate - Meilleure Estimation

**VA** : Volatility Adjustment - Ajustement de la volatilité

**CSM** : Contractual Service Margin - Marge de service contractuelle

**PVFCF** : Present Value Futur Cash-Flow : Valeur Actualisés des flux financiers futurs

**RA** : Risk Adjustment - Ajustement pour risque

**VFA** : Variable Fee Approach

**CU** : Coverage Unit - Unité de couverture

**CRA** : Credit Risk Adjustment - Ajustement pour risque de Crédit

**UFR** : Ultimate Forward Rate - Taux de convergence ultime

**GSE** : Générateur de scénarios économique

**TSR** : Taux sans risque

**PI** : Prime d'illiquidité

**FSP** : First Smoothing Point - Premier point d'extrapolation (Lissage)

**ALM** : Asset Liability Management - Gestion Actif Passif

# Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>Note de Synthèse</b>	<b>3</b>
<b>Synthesis Note</b>	<b>8</b>
<b>Remerciements :</b>	<b>13</b>
<b>Glossaire :</b>	<b>14</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>19</b>
<b>2 Contexte réglementaires et approches :</b>	<b>20</b>
2.1 La réglementation IFRS17 : :	20
2.1.1 Scope d'application	20
2.1.2 Portefeuilles de contrats	21
• <u>Cohorte</u>	21
• <u>Profitabilité</u>	22
2.1.3 Différents modèles d'évaluation	23
• <u>Modèle BBA</u>	23
• <u>Modèle PAA</u>	23
• <u>Modèle VFA</u>	24
2.1.4 Bilan IFRS17	25
2.2 Courbe des taux sous IFRS17 :	26
2.2.1 Approche Top down :	28
Définition :	28
2.2.2 Approche Bottom-up :	30
Définition :	30
2.3 Consensus de l'approche retenue par le marché sous IFRS17 :	30
2.4 Enjeux et impacts de la courbe des taux :	32
<b>3 Courbe des taux sans risque :</b>	<b>33</b>
3.1 Contexte réglementaire :	33
3.2 Taux sans risque	34

3.3	Construction de la courbe des taux sans risque . . . . .	35
3.4	Référence de marché retenu . . . . .	35
3.4.1	Les obligations . . . . .	35
3.4.2	Les taux swap . . . . .	35
3.4.3	Taux de référence choisi par l'EIOPA . . . . .	36
3.5	Correction Risque de crédit . . . . .	36
3.5.1	Credit Risk Adjustment CRA . . . . .	37
3.5.2	Conformité du CRA avec IFRS17 . . . . .	38
3.5.3	Transition Euribor/OIS . . . . .	39
3.6	Extrapolation des données de marchés . . . . .	39
3.6.1	Last Liquid Point . . . . .	40
3.6.2	Taux Forward Ultime - UFR . . . . .	40
3.7	Méthodes d'extrapolation - Smith-Wilson . . . . .	41
3.7.1	Présentation de la méthode . . . . .	41
3.7.2	Résultats . . . . .	42
3.7.3	Avantages & Inconvénients de la méthode . . . . .	43
3.8	Nouvelle Méthode d'extrapolation - FSP . . . . .	44
3.8.1	SII et Révision EIOPA . . . . .	44
3.8.2	Définition de la nouvelle méthode d'extrapolation . . . . .	45
	• <u>Pourquoi une nouvelle méthode d'extrapolation ?</u> . . . . .	45
	• <u>FSP et LLFR</u> . . . . .	47
3.8.3	Résultats . . . . .	50
3.8.4	Avantages et Inconvénients de la méthode . . . . .	51
3.8.5	Conclusion . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Prime d'illiquidité</b> . . . . .	<b>54</b>
4.1	Définition de l'illiquidité et de la prime d'illiquidité : . . . . .	54
4.2	Prime d'illiquidité en assurance : . . . . .	55
4.3	Mesure de l'illiquidité via la méthode EIOPA - VA . . . . .	56
4.3.1	Méthode EIOPA . . . . .	56
	• <u>Calcul des spreads</u> . . . . .	57
	• <u>Calcul des corrections de risque</u> . . . . .	58
	• <u>Calcul du VA</u> . . . . .	58
	• <u>Résultats</u> . . . . .	59
	• <u>Application avec la norme IFRS17</u> . . . . .	60
	• <u>Révision SII - Impact sur le VA</u> . . . . .	60
4.3.2	Adaptation de la méthode EIOPA pour IFRS17 . . . . .	61
4.3.3	Portefeuille d'étude . . . . .	62
	• <u>Portefeuille Obligataire</u> . . . . .	62
4.4	Mesure de l'illiquidité des obligations : . . . . .	64
4.4.1	VA Adapté . . . . .	64
4.4.2	Méthode Alternative RC - Approche 2 . . . . .	65
4.4.3	Méthode Simplifiée - Approche 3 et 4 . . . . .	67
4.5	Mesure de l'illiquidité des autres classes d'actifs : . . . . .	69
4.5.1	Besoin d'une prime sur les actifs diversifiés . . . . .	69

4.5.2	Prise en compte des actifs diversifiés	70
4.5.3	Ratio de Sharpe	71
	• <u>Définition</u>	71
	• <u>Adaptation au calcul de la prime d'illiquidité</u>	71
	• <u>Choix des indices</u>	72
	• <u>Critique de la méthode</u>	73
4.5.4	Application	73
	• Ratio de Sharpe	73
4.6	Passage de l'actif au passif et Impact par périmètre :	74
	• <u>Épargne - Retraite</u>	75
	• <u>Autres périmètres</u>	76
4.7	Prime d'illiquidité Finale :	77
<b>5</b>	<b>Prise en compte de la PI dans la courbe IFRS17</b>	<b>79</b>
5.1	Diverses solutions retenues en Europe	79
5.1.1	Courbe des taux sans risque	79
5.1.2	Prime d'illiquidité	80
	• <u>Choix des actifs</u>	80
	• <u>Approches</u>	81
	• <u>Prise en compte des degrés de liquidités des passifs</u>	81
	• <u>Conclusion</u>	82
5.2	Prise en compte de la prime d'illiquidité dans l'extrapolation	82
5.2.1	Méthodologie	82
5.2.2	Courbe des taux IFRS17	84
<b>6</b>	<b>Impacts de la Prime d'illiquidité sur un portefeuille Épargne</b>	<b>86</b>
6.1	Présentation du modèle	86
6.1.1	GSE - Générateur des scénarios économiques	86
	• <u>Modélisation des taux courts</u>	87
	• <u>Modélisation des rendements des actifs non obligataires</u>	87
	• <u>Calibrage et Validation des paramètres du modèle</u>	88
6.1.2	Modélisation ALM	89
	• <u>Hypothèses de projection de l'actif</u>	90
	• <u>Caractéristique du passif</u>	90
	• <u>Hypothèses de modélisation des engagements de passif</u>	91
	• <u>Flux ALM</u>	92
	• <u>Interaction ALM</u>	92
	• <u>Bilan et résultats</u>	93
6.2	Analyse d'impact sur la PVFCF et la CSM	94
6.3	Prime d'illiquidité et Bow-Wave effect	96
6.3.1	Présentation du Bow-wave effect	96
6.3.2	Correction du Bow-Wave	97
	• <u>Nécessité d'une correction</u>	97
	• <u>Méthode de correction envisagée</u>	98
6.3.3	Impact de la PI sur la correction Bow-wave	99

<b>7 Conclusion</b>	<b>102</b>
<b>Annexes :</b>	<b>104</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>108</b>

## Introduction

La norme IFRS17 sera mise en application le 1er janvier 2023 et remplacera la norme transitoire IFRS4. Cette norme s'applique à l'ensemble des contrats d'assurances et crée un cadre spécifique pour l'estimation des engagements de passifs, les marges et les risques afin de faciliter la comparabilité des compagnies d'assurances et les analyses des bilans.

La mise en place d'IFRS 17 induit des évolutions dans les méthodes d'estimations actuarielles. Les engagements de passifs sont estimés en vision économique et se dénomment dorénavant PVFCF (Present Value of Future Cash Flow) soit la valeur actualisée des cash-flows futurs. Par construction, cette notion accorde une importance considérable à la valeur temps de l'argent par le biais de l'actualisation. La courbe d'actualisation sous IFRS17 est le rouage essentiel de l'estimation des passifs et de la couverture des événements futures incertains. Elle doit correctement refléter les caractéristiques des flux de trésorerie, leur liquidité, les risques financiers ainsi que la valeur temps.

Pour ce faire, l'IASB propose deux approches de construction de la courbe d'actualisation. La première approche "Top Down" dite descendante consiste à retraiter de la courbe des rendements du portefeuille de contrats, une prime de risque.

La deuxième méthode a l'avantage de s'aligner en partie avec l'approche actuelle sous solvabilité II et s'inscrit dans les différents processus de production. La méthode dite ascendante "Bottom-up" s'appuie essentiellement sur une courbe de taux sans risque tel que définie sous Solvabilité II à laquelle s'additionne une prime d'illiquidité reflétant les caractéristiques de liquidité des passifs. L'enjeu principal réside à estimer correctement ses deux composantes dans un contexte normatif en transformation.

La mesure d'une prime d'illiquidité cohérente n'est pas aisée. Les méthodologies et les hypothèses retenues sont structurantes et nombreuses. Chaque acteur doit choisir le portefeuille de référence, la sélection de la typologie des actifs à retenir (yc actifs diversifiés), le coefficient de passage de l'actif au passif ainsi que le niveau d'illiquidité par périmètre.

Ce mémoire se consacrera à définir et à estimer une mesure d'illiquidité rationnelle avec des hypothèses raisonnables et de l'intégrer dans la nouvelle méthode d'extrapolation alternative (Méthodologie LLFR) de la courbe des taux sans risque proposée par l'EIOPA dans le cadre de la révision SII. Ensuite, les impacts de la mesure d'illiquidité et de l'extrapolation seront étudiés sur un portefeuille de contrats d'épargne.

## Contexte réglementaires et approches :

### 2.1 La réglementation IFRS17 :

L'IASB (International Accounting Standards Board)<sup>1</sup> a publié en mai 2017<sup>2</sup> un nouveau standard comptable d'évaluation des contrats d'assurances. Cette nouvelle norme appelée **IFRS17 (International Financial Reporting Standard)** sera mise en application au 1<sup>er</sup> janvier 2023 à la place de l'ancienne norme transitoire IFRS4 en vigueur depuis 2004.

La mise en place d'IFRS 17 induit des changements significatives dans les procédures, méthodes, estimations actuarielles via la définition d'un nouveau paradigme et de nouveaux indicateurs économiques. Une présentation succincte de la norme est détaillée dans les parties ci-dessous :

#### 2.1.1 Scope d'application

La norme IFRS17 s'applique à l'ensemble des compagnies commercialisant des contrats d'assurances. Ces derniers sont définis par l'annexe A du règlement[12] :

##### **Contrats d'assurance :**

Contrat selon lequel une partie (l'émetteur) prend en charge **un risque d'assurance**<sup>a</sup> important pour une autre partie (le titulaire de police) en convenant d'indemniser le titulaire de la police si un événement futur incertain spécifié (l'événement assuré) affecte de manière défavorable le titulaire de la police.

*a.* Risque, autre que le risque financier, transféré du titulaire à l'émetteur d'un contrat.

Cette notion de risque d'assurance s'applique aux éléments ci-dessous tels que extrait de la norme[12] :

1. En français, le Bureau international des normes comptables  
2. Ce premier projet a été révisé en juin 2020

### **Champ d'application :**

L'entité doit appliquer IFRS 17 aux éléments suivants :

- (a) les contrats d'assurance (y compris les contrats de réassurance) qu'elle émet ;
- (b) les contrats de réassurance qu'elle détient ; et
- (c) les contrats d'investissement avec éléments de participation discrétionnaire qu'elle émet, à condition qu'elle émette aussi des contrats d'assurance.

Il est à noter qu'afin de procéder à l'évaluation des contrats d'assurances, la norme impose d'autres contraintes tels que la séparation des différents composantes d'un contrat d'assurance qui sont explicités dans les paragraphes B31 à B35 du règlement.

## **2.1.2 Portefeuilles de contrats**

Les contrats d'assurances sont agrégés et évalués dans des portefeuilles. Ces derniers sont définis par l'article 14<sup>[12]</sup> :

### **Article 14 :**

L'entité doit identifier les portefeuilles de contrats d'assurance. Un portefeuille est constitué de contrats d'assurance qui comportent des risques similaires et sont gérés ensemble. Les contrats appartenant à une même ligne de produits devraient comporter des risques similaires et devraient donc faire partie d'un même portefeuille s'ils sont gérés ensemble. Les contrats appartenant à des lignes de produits différentes (par exemple, une rente fixe à prime unique et une assurance-vie temporaire classique) ne devraient pas comporter des risques similaires et devraient donc faire partie de portefeuilles différents.

Ainsi, chaque compagnie d'assurance regroupe les contrats ayant des caractéristiques et des risques similaires dans des portefeuilles afin de les manager ensemble. Les portefeuilles identifiés représentent la première segmentation des contrats sous IFRS17. Ils sont ensuite subdivisés selon des cohortes et leur rentabilité :

- **Cohorte**

Le second niveau de segmentation correspond aux cohortes annuelles. Cette dernière correspond à l'année de souscription du contrat<sup>[12]</sup> :

### **Niveau d'agrégation des contrats d'assurances - 22 :**

L'entité ne doit pas classer dans un même groupe des contrats émis à plus d'un an d'intervalle. Au besoin, l'entité doit donc subdiviser les groupes décrits aux paragraphes 16 à 21.

La norme impose que les marges ou pertes soient amorties et calculées par année de souscription.

• **Profitabilité**

Des groupes de contrats distincts doivent séparer les contrats profitables, onéreux ou susceptibles d'être onéreux au sein de chaque portefeuille[12] :

**Niveau d'agrégation des contrats d'assurances - 16 :**

L'entité doit diviser tout portefeuille de contrats d'assurance émis, en constituant au moins les groupes suivants :

- (a) un groupe de contrats qui, au moment de la comptabilisation initiale, sont déficitaires, s'il existe de tels contrats ;
- (b) un groupe de contrats pour lesquels, au moment de la comptabilisation initiale, il n'y a pas de possibilité importante qu'ils deviennent déficitaires par la suite, s'il existe de tels contrats ; et
- (c) un groupe constitué des autres contrats du portefeuille, s'il existe de tels contrats.

Ce dernier niveau de segmentation oblige les compagnies à réaliser des tests de profitabilité pour chaque cohorte et de reconnaître les pertes des portefeuilles onéreux en résultat dès la souscription.

→ Le schéma ci-dessous synthétise les différents niveau de segmentation :

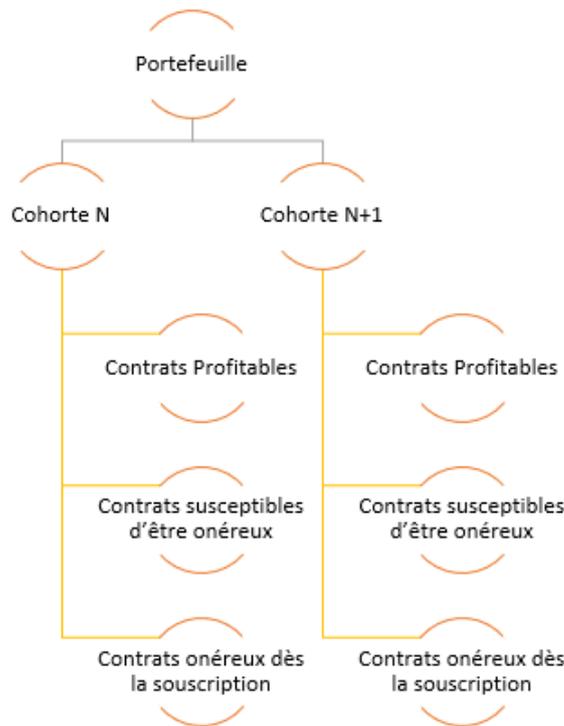


FIGURE 1 – Niveau de Segmentation

### 2.1.3 Différents modèles d'évaluation

Cette nouvelle norme permet de valoriser les différents contrats d'assurances et les portefeuilles sous-jacents sous trois modèles :

- ◇ Modèle BBA - Building Block Approach
- ◇ Modèle VFA : Variable Fee approach
- ◇ Modèle PAA : Premium Allocation Approach

#### • Modèle BBA

Le modèle BBA correspond au modèle générale proposé par la norme IFRS17. Il définit les blocks essentiels pour l'évaluation des contrats éligibles à la nouvelle norme comme décrit dans le paragraphe 32[12] :

#### Évaluation lors de la comptabilisation initiale (paragraphe B36 à B95F) :

Lors de la comptabilisation initiale, l'entité doit évaluer le groupe de contrats d'assurance comme la somme :

- (a) des flux de trésorerie d'exécution, qui comprennent :
  - une estimation des flux de trésorerie futurs (paragraphe 33 à 35) ;
  - un ajustement destiné à refléter la valeur temps de l'argent et les risques financiers liés aux flux de trésorerie futurs, dans la mesure où ces risques ne sont pas pris en compte dans l'estimation des flux de trésorerie futurs (paragraphe 36) ; et
  - un ajustement au titre du risque non financier (paragraphe 37) ;
- (b) de la marge sur services contractuels, évaluée conformément aux paragraphes 38 et 39.

Les blocks correspondent aux cash-flows futurs, la Courbe d'actualisation, le Risk Adjustment et la CSM qui sont définis en 2.1.4

Les contrats suivants sont sous BBA :

- ◇ Contrat non participatif tels que les contrats de prévoyance, santé, emprunteur.. dont la période de couverture est supérieure à un an
- ◇ Contrats d'assurance sans participation directe, contrats en acceptation ou de réassurance

#### • Modèle PAA

Une méthode d'évaluation simplifiée est proposée par la norme et est régie par le paragraphe 53 de la norme[12] :

### **Méthode d'affectation des primes :**

L'entité peut simplifier l'évaluation d'un groupe de contrats d'assurance en appliquant la méthode d'affectation des primes décrite aux paragraphes 55 à 59 si, et seulement si, à la date de la création du groupe :

(a) l'entité s'attend raisonnablement à ce que l'évaluation du passif au titre de la couverture restante du groupe obtenue par cette méthode simplifiée ne diffère pas de manière significative de celle qui serait obtenue en appliquant les dispositions des paragraphes 32 à 52 ; ou

(b) la période de couverture de chacun des contrats du groupe (ce qui englobe les services prévus aux contrats d'assurance découlant de toutes les primes comprises dans le périmètre du contrat à cette date selon le paragraphe 34) n'excède pas un an.

Elle s'applique aux contrats court-terme selon si :

- ◇ La période de couverture est inférieure à une année,
- ◇ Pas de différence entre le bilan PAA ou BBA pour ces contrats

### **• Modèle VFA**

Les contrats participatifs directs disposent d'un modèle comptable spécifique défini par le paragraphe 45 et régie par le B101<sup>[12]</sup> :

### **B101 :**

Les contrats d'assurance avec éléments de participation directe sont des contrats d'assurance qui, en substance, constituent des contrats pour des services liés à l'investissement, dans lesquels l'entité promet un rendement en fonction d'éléments sous-jacents. Ils sont donc définis comme des contrats d'assurance pour lesquels :

(a) les conditions contractuelles précisent que le titulaire de police a droit à une part d'un portefeuille d'éléments sous-jacents clairement défini (voir paragraphes B105 et B106) ;

(b) l'entité s'attend à payer au titulaire de police une somme correspondant à une part substantielle du rendement obtenu sur la juste valeur des éléments sous-jacents (voir paragraphe B107) ; et

(c) l'entité s'attend à ce que toute variation des sommes à payer au titulaire de police soit attribuable, dans une proportion substantielle, à la variation de la juste valeur des éléments sous-jacents (voir paragraphe B107).

Sur ces contrats, les compagnies versent une partie des produits financiers en fonction des rendements des sous-jacents. Le montant versé "varie" selon la juste valeur des élément sous-jacents.

Les contrats d'épargne et de retraite sont éligibles au modèle VFA.

→ Le schéma ci-dessous synthétise l'arbre de décision du modèle d'évaluation retenu :

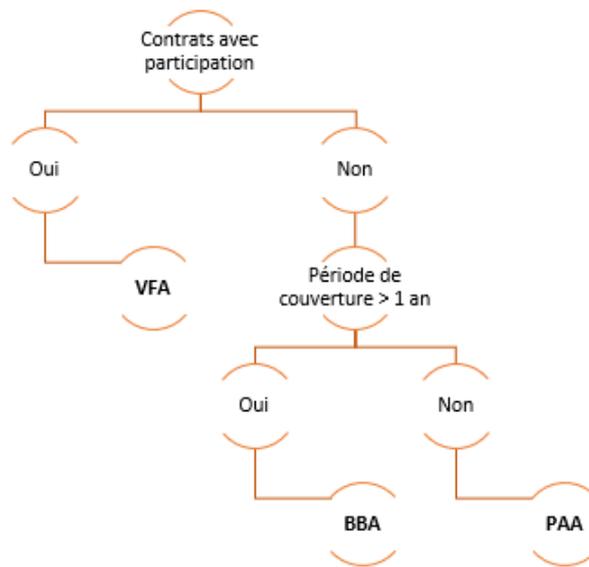


FIGURE 2 – Arbre Modèle Comptable

### 2.1.4 Bilan IFRS17

Le bilan simplifié sous IFRS17 se définit de la façon suivante :

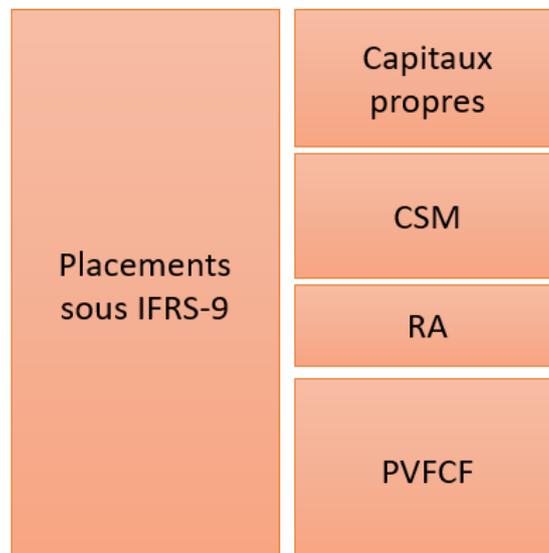


FIGURE 3 – Arbre Modèle Comptable

Soit :

- ◇ **PVFCF** Present Value of Future Cash-Flow soit la somme actualisée des engagements de passifs projetés. Il est équivalent au BEL sous solvabilité II. Ses principes sont définies par le paragraphe 33 de la norme. Les méthodes encadrant l'actualisation sont régies par le paragraphe 36 qui est détaillé dans la partie qui suit.

- ◇ **RA** - Risk Adjustment correspond au montant que demanderait une tierce compagnie pour la prise en charge de l'incertitude entourant les flux de passifs engendrés par les risques non financiers. Il est défini par le paragraphe 37 de la norme. Il est équivalent à la Risk Margin sous SII.
- ◇ **CSM** - Contractuel Service Margin est définie par le paragraphe 38 de la norme. Elle correspond aux profits attendus pour un groupe de contrats. Ces profits sont reconnus au fur et à mesure de la vie du contrats et sont amortis via des CU (Coverage Units)<sup>3</sup>. La CSM est reconnue grâce à un test de rentabilité réalisé lors de l'inception du contrat. Si le test donne un montant négatif, une Loss component est identifiée et est intégralement inscrite en compte de résultat à la souscription.

→ Ce mémoire se consacrera à la détermination de la courbe de taux sous IFRS17 avec une approche spécifique. L'ensemble des définitions relatives à la courbe des taux sont évoquées dans les parties qui suivent.

## 2.2 Courbe des taux sous IFRS17 :

La courbe d'actualisation est un élément clé dans l'estimation des passifs d'un assureur et de la couverture des événements futures incertains. La courbe d'actualisation via les taux qui la composent doit refléter la valeur temps lié au cash-flow flux et les risques financiers contenus dans ces derniers. La valeur d'un flux futur en  $t+i$  est différente de sa valeur actuelle à l'instant  $t$ .

Les taux d'actualisation impactent significativement les composantes du bilan tels que le Best Estimate, le risk adjustment ou la CSM sous IFRS17 et permettent de prendre en compte la composante économique des flux futures. Pour cela, l'IASB définit dans le paragraphe 36 du Règlement (UE) 2021/2036[12], les orientations normatives autour de la courbe d'actualisation :

---

3. Les unités de couverture (UC ou CU) correspondent au pourcentage de CSM amorti chaque année. Il dépend de la période de couverture du service rendu. Les CU sont souvent approximés par les PM, primes ou Capital restant dû

**B36 :**

L'entité doit ajuster l'estimation des flux de trésorerie futurs afin de refléter la valeur temps de l'argent et les risques financiers liés à ces flux de trésorerie, dans la mesure où ces risques n'ont pas été pris en compte dans l'estimation des flux de trésorerie. Les taux d'actualisation appliqués à l'estimation des flux de trésorerie futurs décrite au paragraphe 33 doivent :

- ◇ refléter la valeur temps de l'argent, les caractéristiques des flux de trésorerie et les caractéristiques de liquidité des contrats d'assurance
- ◇ concorder avec les prix de marché courants observables (s'ils existent) d'instruments financiers dont les flux de trésorerie ont des caractéristiques qui correspondent à celles des contrats d'assurance du point de vue, par exemple, de l'échéancier, de la monnaie ou de la liquidité
- ◇ exclure l'effet des facteurs qui influent sur ces prix de marché observables, mais pas sur les flux de trésorerie futurs des contrats d'assurance.

Ce paragraphe décrit les principes d'estimation de la courbe des taux, permettant de refléter la valeur temps de l'argent tout en choisissant des instruments financiers cohérents avec les données de marché qui sont semblables aux spécificités des contrats d'assurance sans pour autant imposer une méthodologie prescriptive.

Néanmoins, l'IASB propose des approches de construction de la courbe selon la dépendance ou non des cash-flows de passifs à la variabilité des actifs dans les paragraphes B74.a. et B74.b :

- ◇ Si les flux du passif ne varient pas selon le rendement des actifs, la courbe doit représenter uniquement les spécificités du passif et ne doit pas être impactée par la variabilité de l'actif d'après le paragraphe B74.a. Pour ce faire, la norme IFRS17 recommande deux méthodologies de construction de la courbe des taux dans les paragraphes B80 à B82 :
  - ★ Bottom-Up
  - ★ Top Down<sup>4</sup>
- ◇ Si les cash-flows du passif sont dépendants du rendement de l'actif, la courbe d'actualisation doit pouvoir refléter la variabilité des flux actif-passif et être ajustée si nécessaire pour prendre en compte cette variabilité selon le paragraphe B74.b.

Cette contrainte imposée par le paragraphe B74 peut être contournée grâce au paragraphe B77[12] :

---

4. Ces méthodologies seront présentées dans les prochaines sections

**B77 :**

IFRS 17 n'impose pas à l'entité de séparer les flux de trésorerie estimés qui varient en fonction des rendements des éléments sous-jacents de ceux qui ne le font pas. Si l'entité ne procède pas à une telle séparation, elle doit appliquer des taux d'actualisation appropriés à l'ensemble des flux de trésorerie estimés ; par exemple, en utilisant des techniques de modélisation stochastique ou des méthodes d'évaluation risque neutre.

Ce paragraphe démontre qu'il n'est pas nécessaire de décomposer les cash-flows de passifs en ceux entre ceux qui varient ou non avec l'actif. Les flux de passifs peuvent être donc évalués de façon globale en appliquant les taux d'actualisation adéquats via les modélisations stochastiques ou risque neutres.

→ L'analyse des textes normatifs montre que la norme définit plus des orientations qu'une approche prescriptive. Les acteurs peuvent donc évaluer et actualiser leur passifs de façon globale en construisant une courbe de taux selon l'approche Top Down ou Bottom-up. Les deux approches devraient théoriquement aboutir aux mêmes résultats et sont présentées dans les parties qui suivent.

## 2.2.1 Approche Top down :

**Définition :**

La méthode "Top Down" est l'une des deux méthodes de détermination de la courbe d'actualisation proposée par la norme IFRS 17. La méthode "Top Down" est traduite par "méthode descendante" et est définie par les paragraphes B81 et B82[12] :

**B81 :**

L'entité peut déterminer les taux d'actualisation appropriés aux contrats d'assurance en se fondant sur une courbe de taux qui tient compte des taux de rendement actuels du marché qui sont implicites à l'évaluation de la juste valeur d'un portefeuille d'actifs de référence (approche descendante). Elle doit ajuster cette courbe de taux de façon à éliminer les facteurs qui sont sans rapport avec l'évaluation des contrats d'assurance, mais elle n'est pas tenue d'ajuster la courbe des taux pour tenir compte des différences entre les caractéristiques de liquidité des contrats d'assurance et celles du portefeuille de référence.

**B82 :**

Pour estimer la courbe des taux décrite au paragraphe B81, l'entité doit :

1. s'il existe, pour les actifs du portefeuille de référence, des prix observables sur des marchés actifs, utiliser ces prix (conformément au paragraphe 69 d'IFRS 13) ;
2. si le marché n'est pas actif, ajuster les prix de marché observables d'actifs similaires pour les rendre comparables aux prix de marché des actifs faisant l'objet de l'évaluation (conformément au paragraphe 83 d'IFRS 13) ;
3. s'il n'existe pas de marché pour les actifs du portefeuille de référence, recourir à une méthode d'estimation. Pour de tels actifs (conformément au paragraphe 89 d'IFRS 13), l'entité doit :
  - (a) élaborer des données non observables en utilisant la meilleure information disponible compte tenu des circonstances. L'entité peut inclure des données qui lui sont propres et, en ce qui concerne IFRS 17, accorder plus d'importance aux estimations à long terme qu'aux variations à court terme ;
  - (b) ajuster ces données pour tenir compte de toute l'information raisonnablement disponible au sujet des hypothèses des intervenants du marché.

Ainsi, cette approche permet d'extraire une courbe soit construite à partir du portefeuille d'actifs des compagnies d'assurances vie soit correspondante au prix d'un portefeuille de référence.

L'IASB donne la possibilité aux acteurs de déterminer une courbe d'actualisation unique construite à partir des données internes ou d'un portefeuille de référence et qui reflète les caractéristiques propre à chaque compagnie modulo des ajustements liés notamment au risque de crédit. Le schéma ci-dessous illustre la méthode :

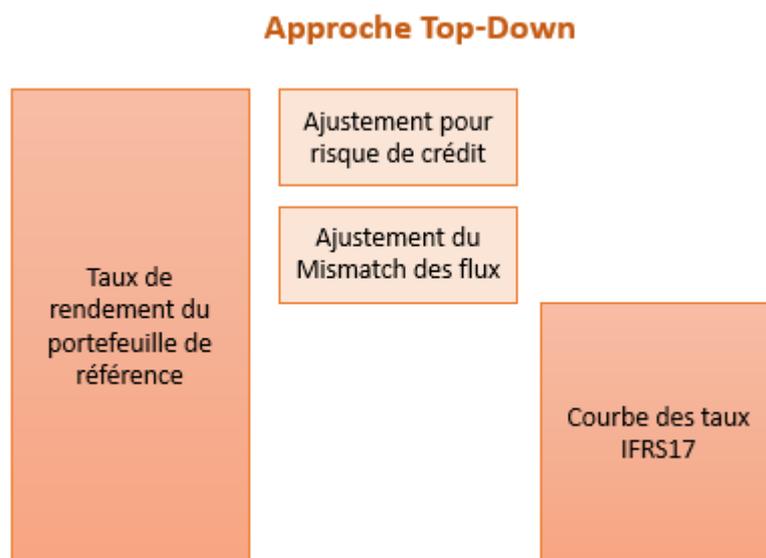


FIGURE 4 – Approche descendante

## 2.2.2 Approche Bottom-up :

### Définition :

La méthode "Bottom-up" correspond à la deuxième méthode proposée pour la détermination de la courbe d'actualisation proposée par la norme IFRS 17. La méthode "Bottom-up" est dite "méthode ascendante" et est définie par le paragraphe B80[12] :

#### **B80 :**

L'entité peut donc, dans le cas des flux de trésorerie de contrats d'assurance qui ne varient pas en fonction des rendements d'éléments sous-jacents, déterminer les taux d'actualisation en ajustant une courbe de taux sans risque liquide pour tenir compte des différences entre les caractéristiques de liquidité des instruments financiers qui sont à la base des taux observés sur le marché et celles des contrats d'assurance (approche ascendante)

Cette approche s'appuie essentiellement sur une courbe de taux sans risque telle que définie sous *Solvabilité 2* par exemple à laquelle s'additionne une prime d'illiquidité. Cette dernière doit refléter les caractéristiques des passifs détenus par l'assureur. Le schéma ci-dessous illustre la méthode :

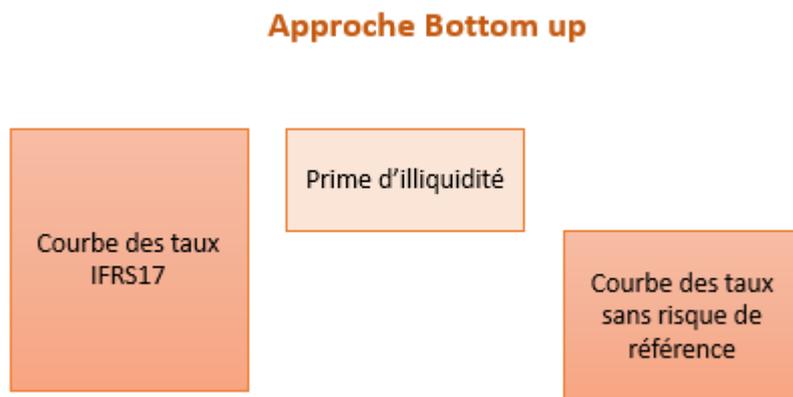


FIGURE 5 – Approche Ascendante

Dans les chapitres suivants, les avantages et inconvénients de chacune des méthodes sont expliqués ainsi que pourquoi une des deux approches a fait le consensus et a été retenue par la majorité des acteurs.

## 2.3 Consensus de l'approche retenue par le marché sous IFRS17 :

Comme décrit en 2.2.1, la méthode **Top Down** est construite à partir de la courbe des rendements d'un portefeuille d'actifs de références ajusté des risques non liés aux en-

gagements d'assurances. Cette méthode est complexe à mettre en oeuvre pour les raisons suivantes :

- La norme n'encadre pas les caractéristiques du portefeuille de référence. Il convient d'identifier le portefeuille en représentation des passifs ou un portefeuille répliquant le profil de risque de la compagnie.
- Des ajustements doivent être réalisés afin d'éliminer les risques non liés aux engagements du passif comme :
  - Écart de duration entre le passif et l'actif, ‘
  - Risques de crédit impactant le portefeuille de référence et qui ne sont pas caractéristiques du passif comme préconisé par le paragraphe B74 de la norme :

Les flux de trésorerie qui varient en fonction des rendements d'éléments financiers sous-jacents doivent être ajustés pour tenir compte de l'effet de cette variabilité et actualisés à un taux qui reflète l'ajustement apporté.

L'utilisation de la méthode Top Down implique plusieurs ajustements complexes et plusieurs opérations pouvant engendrer des biais à chaque étape ainsi qu'un investissement opérationnel à chaque arrête.

→ De ce fait, la plus part des acteurs choisissent la méthode **Bottom-Up** qui est moins complexe à appréhender.

En effet, cette méthode s'aligne avec l'approche actuelle sous solvabilité II et s'inscrit plus facilement dans les différents processus de production. Les différents acteurs du marché calibrent/utilisent à chaque arrêté une courbe des taux sans risque dans le cadre prudentiel depuis plusieurs années. Aucune contre-indication dans la norme IFRF17 n'interdit l'utilisation de la méthodologie Solvabilité II et de sa courbe des taux sans risque.

La méthode Bottom-up reviendrait à ajuster cette unique courbe sans risque avec une prime d'illiquidité. Cette dernière sera calibrée en fonction des caractéristiques des contrats d'assurances en portefeuille.

- De façon synthétique, la construction de la courbe IFRS17 se ferait en deux étapes :
  - ◇ Une courbe des taux sans risque basée sur l'approche EIOPA<sup>5</sup> sous SII ‘
  - ◇ Une prime de liquidité par périmètre permettant de refléter les caractéristiques du passif.

Dans le cadre de ce mémoire, la construction de la courbe des taux sans risque est expliquée et les méthodes et approches utilisées pour déterminer un niveau de prime d'illiquidité raisonnable sont analysées.

---

5. European Insurance and Occupational Pensions Authority (Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles)

## 2.4 Enjeux et impacts de la courbe des taux :

La rentabilité des compagnies d'assurances est estimée et est pilotée via divers indicateurs économiques (VIF, PVFP, TVOG, IRR, CSM, BE, MCEV..). Ces derniers sont déduits des projections des flux des passifs. Ils sont directement corrélés à la courbe des taux en input du modèle.

L'impact et les enjeux du choix varient en fonction des périmètres et des modèles de projection :

Modèle	Périmètre	Impacts & Enjeux
Déterministe - Passifs Seuls	Emprunteur Prévoyance Dépendance	- Actualisation des flux projetés
Stochastiques - ALM	Épargne Retraite	- Actualisation des flux - Valorisation des actifs financiers - Estimation des taux de revalorisation cibles et attendus - Valorisation de la TVOG

Les impacts et les sensibilités des indicateurs à la courbe des taux ne sont pas neutres. Le tableau ci-dessous affiche les sensibilités de la MCEV de CNP Assurances[2] à une translation à la hausse ou à la baisse de 50bps de la courbe des taux swap au 31 décembre 2021 :

En (M€)	MCEV	% Variation
Courbe des taux centrale	16 256	
Courbe des taux +50bps	2577	+16%
Courbe des taux - 50bps	- 3120	-19%

Tous périmètres confondus, un choc de 50bps se chiffre en milliards d'euros et a un impact significatif de 15 à 20% sur la valeur de l'Embedded Value d'une compagnie comme CNP Assurances.

Il est à noter qu'à cause de l'asymétrie des options et garanties, une diminution des marchés financiers a un impact plus significatif sur les indicateurs que la hausse.

Pour cela, le choix et la calibration de la courbe des taux pour les exigences normatives doit se faire en respectant un processus et une méthodologie rigoureuse et prenant en compte les caractéristiques du marché et de la compagnie afin de ne créer aucun biais dans les indicateurs et de refléter une juste valeur économique.

## Courbe des taux sans risque :

Ce chapitre a pour objectif de définir la courbe des taux et de décrire la méthode de construction de la courbe des taux sans risque (élément principal de la méthode ascendante) sans évoquer la prime d'illiquidité<sup>1</sup>. Les différentes méthodes proposées par l'EIOPA sous Solvabilité II sont détaillées.

### 3.1 Contexte réglementaire :

Afin de construire sa courbe de taux sans risque, l'EIOPA a émis des dispositions générales à respecter selon l'article 43 du règlement délégué[6] :

Les taux de la courbe des taux sans risque de base doivent satisfaire l'ensemble des critères suivants :

- (a) il doit être possible pour les entreprises d'assurance et de réassurance d'obtenir ces taux en pratique, sans risque
- (b) les taux sont déterminés de manière fiable sur la base d'instruments financiers négociés sur un marché profond, liquide et transparent.

Les taux de la courbe des taux sans risque pertinents sont calculés séparément pour chaque monnaie et chaque échéance, à partir de toutes les informations et données utiles pour cette devise et cette échéance. Ils sont déterminés de façon transparente, prudente, fiable, objective et cohérente dans la durée.

Ainsi, la courbe de taux sans risque doit être établie dans le cadre d'un marché DLT (Deep, Liquid, Transparent)<sup>2</sup>

- ◇ un marché **Profond** est un marché qui est capable d'avoir une grande proportion d'actifs négociés sans impact sur le prix des instruments financiers ;

---

1. détaillée au chapitre 4

2. Profond, Liquide et Transparent

- ◇ un marché **Liquide** est un marché où les transactions financières sont réalisées rapidement et facilement sans impact sur le prix des instruments financiers ;
- ◇ un marché **Transparent** est un marché où les informations sur les prix sont accessibles au grand public.

Afin de construire sa courbe des taux, L'EIOPA réalise des études et des évaluations annuelles pour les différentes devises. Cette méthodologie mise en place par l'EIOPA dans le cadre de S2 permet d'aboutir à une courbe de taux sans risque de grande qualité et répondant aux meilleurs standards du marché.

Il est à noter qu'aucune contre-indication dans la norme IRF17 n'interdit l'utilisation de la méthodologie Solvabilité II et de sa courbe des taux sans risque.

## 3.2 Taux sans risque

Le TRI<sup>3</sup> permet d'analyser et de suivre cette performance par le biais les différents flux générés dans le temps :

$$TRI = r_t^{ZC} + spread^{liquidite} + spread^{risque}$$

Le spread caractérise le risque de défaut et le risque de liquidité. Le  $r_t^{ZC}$  correspond au taux zéro-coupon. Ce dernier est égal aux taux de marché des indicateurs de références appelés **sans risque**<sup>4</sup>

Les nombreux instruments financiers, négociés de gré à gré ou sur la place, détiennent une valorisation dépendante de leur performance économique. Le prix de l'instrument financier reflète la liquidité du titre, ses risques financiers et de liquidité sous-jacents. Les prix des instruments financiers s'écrivent de la façon suivante :

$$Prix_{Instrument_{Financier}} = \sum \frac{CF_t}{(1 + TRI)^t}$$

Les valorisations des instruments financiers permettent d'isoler la part relative au taux sans risque et la part basée sur la liquidité et les risques financiers via l'identification du spread :

$$Prix_{Instrument_{Financier}} = \sum \frac{CF_t}{(1 + r_t^{ZC} + spread^{liquidite} + spread^{risque})^t}$$

3. Taux de rendement interne

4. Les obligations souveraines où les swaps sont des instruments qui s'échangent sur le marché avec des volumes importants et un niveau de risque négligeable. Leur liquidité associée à un risque minime permet au marché d'identifier les instruments cités ci-dessus comme des indicateurs de référence appelés **sans risque**

## 3.3 Construction de la courbe des taux sans risque

## 3.4 Référence de marché retenu

La construction de la courbe des taux sans risque repose sur l'utilisation d'un taux de marché référence. Plusieurs taux peuvent être identifiés sur le marché européen :

### 3.4.1 Les obligations

Les obligations se répartissent en deux types, les obligations souveraines et les obligations corporate.

- ◇ Les obligations souveraines sont émises par un gouvernement national. Leur probabilité de défaut est quasi-nulle et dépend du rating des pays. Par exemple la France ou l'Allemagne sont notées AAA par au moins 2 des 3 grandes agences de notation et leurs titres d'emprunt sont classés dans les actifs sûrs.
  
- ◇ Les obligations corporate pourraient être aussi choisies sur certains marchés. Toutefois, ce type d'obligation devrait être ajusté d'un spread lié au risque de crédit pour être "sans risque". Contrairement aux états, la probabilité de défaut Corporate est envisageable.

### 3.4.2 Les taux swap

Les taux swaps sont des contrats où deux contreparties s'engagent à échanger des flux financiers. Une partie fixe paye des taux fixes pour recevoir des taux d'intérêts à taux variable alors que la deuxième partie reçoit un taux fixe et paye un taux variable.

Les courbes de swap se retrouvent sur de nombreux marchés et ont de larges intervalles de maturité. Dans certains cas, les marchés des swaps sont mêmes plus liquides et plus profonds que les obligations d'état.

Aujourd'hui, les swaps interbancaires sont le principal outil de réplcation et de couverture du risque de taux d'intérêt des produits dérivés et sont reconnus de la sorte par le marché. Plusieurs types de taux swaps existent :

- ◇ **Euribor** – *Euro Interbank Offered Rate* est l'indice de référence du marché monétaire de la zone euro depuis 1999. Il s'agit du taux moyen utilisé par les institutions bancaires européennes pour échanger de l'argent. Il se décline en 5 maturités comme l'Euribor 3 mois ou l'Euribor 6 mois.
  
- ◇ **Libor** – *London Interbank Offered Rate* est l'indice journalier de référence du marché interbancaire anglais. Le Libor est égale à la moyenne arithmétique des taux pour une maturité donnée (entre 1 jour et 12 mois) et pour devise donnée.

- ◇ **EONIA** – *Euro OverNight Index Average* Il s’agit du taux overnight d’intérêt interbancaire pour la zone euro. Il correspond à la moyenne pondérée de toutes les transactions au jour le jour de prêts réalisées par les grandes banques européennes sur le marché interbancaire.
- ◇ **€STR** – *Euro short-term rate* est un taux à court terme en euros qui reflète les coûts d’emprunt journalier en euros non garantis pour les banques de la zone euro.

Les taux swaps et les indices présentés sont un rouage essentiel de la finance et des marchés financiers. Les acteurs (trader, quant..) utilisent les swaps comme référence pour pricer et quantifier les rendements des instruments financiers ou de certains contrats.

→ Parmi les taux identifiés sur le marché européen, quel est le taux de référence choisi par l’EIOPA ? Est-il sans risque sinon faut-il les retraiter ? Ces questions sont traitées dans la partie qui suit.

### 3.4.3 Taux de référence choisi par l’EIOPA

Lorsque le marché des taux swap est suffisamment liquide, profond et transparent (DLT) ce qui est le cas pour l’Euro<sup>5</sup>, les taux swaps sont choisis par l’EIOPA selon l’article 44 du règlement délégué. Le taux de référence correspond aux swaps interbancaires Euribor 6 mois étant liquide et moins risqué que les gouvernements bonds de la zone Euro. Les taux swaps retenus correspondent à un indice de référence pour les acteurs des marchés financiers.

Toutefois, il est à noter que le sous-jacent constituant les taux swap Euribor devrait disparaître suite à l’instauration de la réglementation EMIR<sup>6</sup>.

Les taux Euribor seront remplacés à terme par les taux swap OIS (Overnight Index Swap). L’OIS est un swap basé sur le taux au jour le jour et est défini par la banque centrale. Il correspond à la période la plus courte à laquelle les banques peuvent s’échanger et prêter des fonds et est pratiquement sans risque. L’€str est le taux Overnight européen qui remplacera l’Euribor.

Une fois les taux de référence choisis, ils seront utilisés jusqu’au Last Liquid Point (LLP) ce qui correspond à la dernière maturité liquide selon les DLT. Ce point sera revu par la suite.

## 3.5 Correction Risque de crédit

Les taux Overnight sont échangés au jour le jour et sont pratiquement sans risque. Il ne contiennent aucune composante de crédit contrairement aux taux swaps EURIBOR 6 Mois

---

5. Pour les autres devises, les taux d’état sont souvent choisis car ils répondent mieux aux critères DLT que les taux swap

6. – *European Market Infrastructure Regulation* est un règlement publié par l’union européenne qui a pour objectif de renforcer les transactions sur produits dérivés avec plus de transparence, de gouvernance et de stabilité sur les marchés concernés.

(référence de l'EIOPA).

Cette dernière reflète le coût des emprunts interbancaires d'un panel de banques à horizon 6 mois. Ces taux ne sont donc pas complètement sans risque de crédit.

Pour l'Euribor, le spread de risque des taux swaps doit être quantifié et soustrait afin d'en obtenir des taux sans risque. Ce retraitement du spread de risque est appelé Credit Risk adjustment (CRA) en Solvabilité II. Il est défini dans la partie qui suit.

### 3.5.1 Credit Risk Adjustment CRA

Afin d'obtenir une courbe sans risque et lorsque les marchés des taux swap répondent aux critères DLT, le cadre prudentiel défini comme suit le CRA dans l'article 45 des actes délégués[6] :

The adjustment for credit risk referred to in Article 44(1) shall be determined in a transparent, prudent, reliable and objective manner that is consistent over time. The adjustment shall be determined on the basis of the difference between rates capturing the credit risk reflected in the floating rate of interest rate swaps and overnight indexed swap rates of the same maturity, where both rates are available from deep, liquid and transparent financial markets. The calculation of the adjustment shall be based on 50 percent of the average of that difference over a time period of one year. The adjustment shall not be lower than 10 basis points and not higher than 35 basis points.

Le paragraphe peut être interprète par la formule suivante :

$$CRA = \min(\max((50\% * \frac{\sum_{i=1}^{360} (EURIBOR_{3Mi} - EONIA_i)}{Nb_{quotation}}); 10bps); 35bps)$$

Toutefois et à partir de janvier 2022, l'€STR (Euro short-term rate) a pris la place de l'EONIA. L'équivalence entre l'€STR et L'EONIA a été définie par la BCE et se fait avec une translation de 8,5 bps depuis 2019[4]. Ainsi le CRA peut être défini selon la formule suivante :

$$CRA = \min(\max((50\% * \frac{\sum_{i=1}^{360} (EURIBOR_{6Mi} - ESTR_i - 8,5bps)}{Nb_{quotation}}); 10bps); 35bps)$$

Comme constaté par la formule, la correction pour risque de crédit est dans un intervalle entre 10 bps et 35 bps. L'analyse des données de marché et du CRA théorique est affiché ci-dessous :

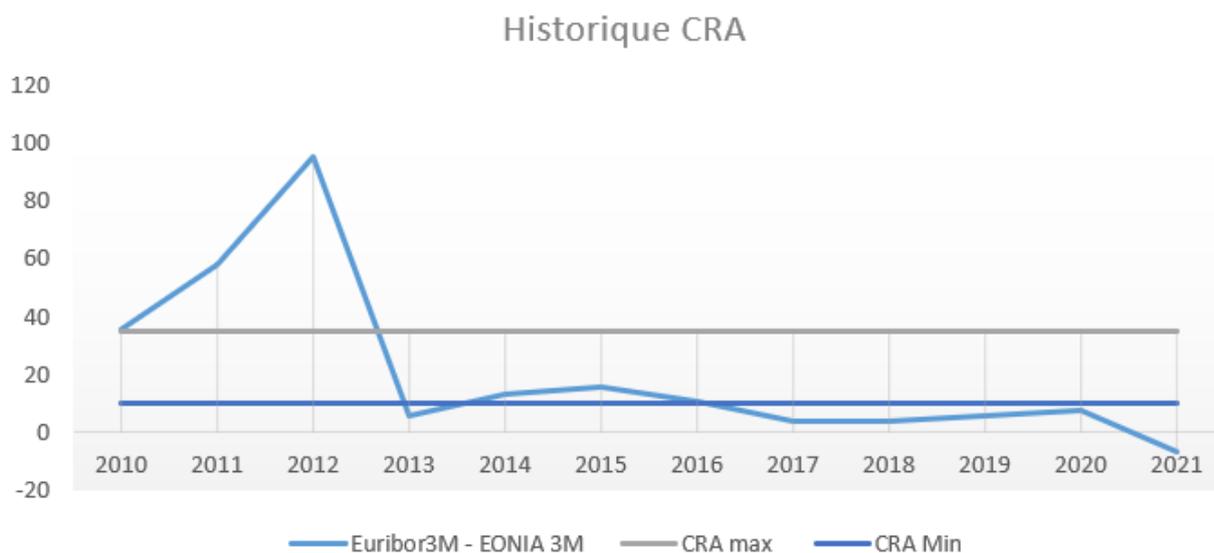


FIGURE 6 – Historique CRA

Le graphe montre que depuis 10 ans la borne max est respectée par le CRA théorique mais que depuis 2017, la borne min s’applique à chaque fois.

Sur les années 2020 et 2021, le CRA aurait même dû être négatif ce qui serait incohérent avec une correction de risque sur les Swaps alors que le risque de crédit existe bel et bien.

La formule proposée par l’EIOPA via les bornes min et max est donc cohérente. En effet, la borne max ne s’est appliquée qu’en temps de crise avant 2013 et la borne min permet de respecter le principe d’un risque de crédit et de limiter la volatilité de celui-ci.

→ Cette approche n’est pas en contradiction avec la lecture de la norme IFRS17 où un risque de crédit positif doit être retraité.

### 3.5.2 Conformité du CRA avec IFRS17

Dans le cadre d’IFRS17, une courbe de taux sans risque construite à partir des taux swaps corrigés du risque de crédit est cohérente avec la norme et l’approche Bottom-up. En effet, la norme évoque dans le paragraphe B79 cette possibilité si les données de marché ne sont pas sans risque comme le montre l’extrait ci-dessous[12] :

**B79 :**

Le taux d’actualisation appliquée aux flux de trésorerie d’un contrat d’assurance qui ne varient pas en fonction des rendements d’éléments sous-jacents doit refléter la courbe des taux dans la monnaie appropriée d’instruments qui exposent leur porteur à un risque de crédit nul ou négligeable, et être ajusté en fonction des caractéristiques de liquidité du groupe de contrats d’assurance.

Ce paragraphe est conforme avec à l'approche Bottom-up vu que les assureurs peuvent s'affranchir de la contrainte de la variabilité des rendements d'éléments sous-jacents comme démontré dans le paragraphe 2.2 de ce mémoire. Les assureurs peuvent évaluer et actualiser leur cash-flows de façon globale via les modélisations stochastiques ou risque neutre et ne pas tenir compte.

### 3.5.3 Transition Euribor/OIS

Comme évoqué dans la partie 3.4.3, les taux Euribor seront remplacés par un nouveau taux de référence les taux swaps OIS. Étant overnight, les taux swaps OIS sont pratiquement sans risque et ne reflètent aucun risque de crédit. L'ajustement CRA ne sera plus nécessaire post transition.

Cet approche est confirmée dans la documentation technique de l'EIOPA sur les taux sans risques<sup>[9]</sup> :

**Application of the adjustment :**

In the case of risk-free interest rate term structures based on overnight indexed swaps (OIS), no CRA is applied due to negligible credit risk.

Par conséquent, les courbes des taux OIS ne seront plus retraitées . Les nouveaux taux OIS éradiqueront le biais dans le retraitement du risque de crédit et renforceront la market-consistency.

→ En attendant la transition, le CRA demeure en application et est en cohérence avec la lecture de la norme IFRS17. Une fois les taux de référence retraités du CRA, il convient de se questionner si l'horizon des taux swaps à disposition est suffisante pour actualiser les engagements de passifs jusqu'à échéance. Cette problématique est abordée dans la partie qui suit.

## 3.6 Extrapolation des données de marchés

Les taux de référence ne sont pas plus liquides et observables à partir d'une certaine échéance et la durée des engagements de passif des assureurs est souvent supérieure à la liquidité des taux swaps. Pour ce faire, les assureurs ont recours à une extrapolation de la courbe pour pouvoir actualiser l'ensemble de leur passif jusqu'à la fin de leur engagements.

Les courbes de taux sans risques sous IFRS17 ou Solvabilité II préconisent l'exploitation au maximum des données observables répondant aux critères DLT. Cette approche permet la définition d'un dernier point Liquid **LLP**<sup>7</sup>.

---

7. Last Liquid Point

### 3.6.1 Last Liquid Point

Le Last Liquid point est la conséquence de la définition suivante de solvabilité II :

Un marché d'obligations libellées en euros ne devrait pas être considéré comme profond et liquide dès lors que le volume cumulé des obligations dont l'échéance est égale ou supérieure à la dernière échéance représente moins de 6 % du volume total des obligations sur ce marché.

L'EIOPA définit la liquidité d'une obligation ou par extension des instruments financiers à partir de la fréquence et le volume de ses échanges financiers. Par conséquent, le dernier point liquide correspond à l'échéance à laquelle le volume de transactions représente moins de 6% du total des échanges pour l'ensemble des maturités.

Les études de l'EIOPA sur la calibration de la courbe sans risque ont montré, dans les conditions économiques actuelles, que le dernier point liquide pour la zone euro est de 20 ans. Le niveau du LLP actuel fait toujours l'objet de discussions entre les différents acteurs. Ce point est abordé par la suite.

→ Le LLP est le point de départ de l'extrapolation des taux swaps et de la construction de la courbe des taux sans risque.

Dans les sections qui suivent, différentes méthodes d'extrapolations de la courbe seront définies dont la nouvelle méthode proposée par l'EIOPA.

### 3.6.2 Taux Forward Ultime - UFR

L'Ultimate Forward Rate (UFR) ou taux forward ultime est le driver de convergence. Il correspond au taux à partir duquel les taux extrapolés à partir du LLP doivent converger après 40 ans. Ce taux est fixé annuellement par l'EIOPA et dérive de l'équation de Fisher[10] :

$$UFR = \text{Taux d'intérêt réel} + \text{Inflation Long - terme}$$

L'UFR repose sur l'estimation de deux hypothèses économiques clés qui sont les taux d'inflation long-terme attendus et les niveaux des taux d'intérêt moyen réels :

- ◇ **Taux d'inflation Long terme** est actuellement à 2% pour la zone Euro et correspond à l'objectif de la BCE comme précisé dans leur dernier bulletin économique

la plupart des mesures des anticipations d'inflation à long terme s'établissent actuellement à environ 2 %, même si des révisions récentes de certains indicateurs au-dessus de la cible justifient un suivi continu

- ◇ **Taux d'intérêt réel** : Ce taux correspond à la moyenne arithmétique des taux d'intérêts historiques depuis 1960. Il s'élève à 1,45 %.

L'UFR fixé par l'EIOPA en 2022 s'élève à 3,45 % contre 3,60 % en 2021. Il s'établissait à 4,2 % entre 2010 et 2018 et a subi une évolution de méthodologie de calcul suite aux contextes de taux bas.

Ainsi, la documentation technique de l'EIOPA base dorénavant le calcul de l'UFR sur des seuils de déclenchement pour limiter la variation de l'UFR de +/- 15 bps à la hausse ou à la baisse selon la formule suivante :

$$UFR_t = \begin{cases} Si & UFR_t \geq UFR_{t-1} + 15bps \text{ alors } UFR_{t-1} + 15bps \\ Si & UFR_t \leq UFR_{t-1} - 15bps \text{ alors } UFR_{t-1} - 15bps \\ Sinon & UFR_{t-1} \end{cases}$$

L'UFR permet de définir le taux long-terme vers lequel convergera les taux à un certain horizon. Il correspond à la meilleure estimation à date du niveau de taux réel atteint dans 60 ans. L'UFR permet d'être le plus market consistant possible dans l'extrapolation et est l'asymptote des courbes des taux sans risque de référence.

Pour les calculs de la courbe de taux sans risque sous IFRS17, il est préférable de retenir la même méthode que sous Solvabilité 2 afin d'être cohérents avec les pratiques de place.

## 3.7 Méthodes d'extrapolation - Smith-Wilson

### 3.7.1 Présentation de la méthode

La méthode Smith-Wilson est une méthode qui permet d'interpoler et d'extrapoler des taux :

- ◇ Dans le cadre de l'interpolation, la méthode cherche à ajuster toutes les données observées en obtenant une courbe très lisse et continue jusqu'au FSP
- ◇ Dans le cadre de l'extrapolation, elle extrapole les données à partir du LLP et assure la convergence vers l'UFR

Cette méthode est utilisée par l'EIOPA afin de construire la courbe des taux sans risque et est décrite dans la documentation technique relative à cet effet. Elle permet de répondre aux cahiers de charges de l'EIOPA et d'obtenir une courbe :

- ◇ Market Consistent
- ◇ Lisse
- ◇ Converge vers l'UFR

La méthode de Smith-Wilson a recours à un ensemble d'instruments financiers (e.g swaps de taux) avec ses différentes valeurs de marché, ses différents cash-flows et les dates de versements de ses flux financiers. Le modèle Smith-Wilson cherche à estimer les prix des zero-coupons via la résolution des systèmes linéaires et à obtenir infine la courbe des prix des ZC en fonction de leur maturité. Pour ce faire, cette approche se base sur les hypothèses clés telles que le LLP, l'UFR et la vitesse de convergence<sup>8</sup>.

Les formules de la méthode Smith-Wilson permettant d'obtenir les ZC sont présentées en annexe.

### 3.7.2 Résultats

La résolution des systèmes linéaires permet d'obtenir une courbe de cette forme et de cette convergence est obtenue suite à la résolution :

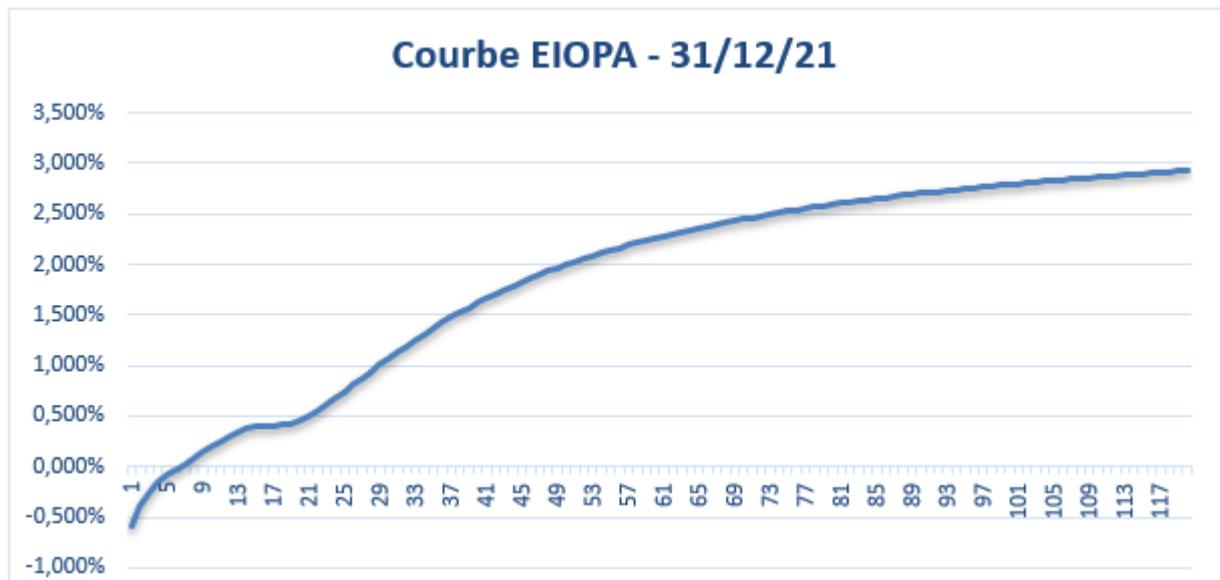


FIGURE 7 – Courbe EIOPA Smith Wilson 31/12/21

Cette courbe correspond à la courbe EIOPA au 31 décembre 2021. Elle a été estimée avec les paramètres suivants :

LLP	20 ans
Convergence	40 ans
UFR	3,6
$\alpha$	0.132
CRA	10
VA	0

8.  $\alpha$  est la variable contrôlant la vitesse de convergence des taux forwards estimés vers l'UFR. Ce paramètre est définie par jugement d'experts par l'EIOPA

Un changement d'allure de la courbe est bien observé à partir de 20 ans ce qui correspond au début de l'extrapolation. Par ailleurs, une convergence lente vers l'UFR est constatée aussi et est expliquée par le paramètre alpha de 0.13.

### 3.7.3 Avantages & Inconvénients de la méthode

La méthode Smith-Wilson a beaucoup d'avantages comme :

- ◇ Elle permet d'approximer aisément et de façon parfaite les taux en obtenant une courbe lisse et continue avant le LLP
- ◇ Elle est facile à mettre en oeuvre via la résolution d'un système linéaire sous VBA
- ◇ Elle se base sur les données de marchés observables jusqu'au LLP
- ◇ Méthode disponible sur le site de l'EIOPA

Toutefois, cette méthode a quelques limites. En effet, la méthode Smith-Wilson est très sensible au niveau de l'UFR. Ce dernier est la cible vers laquelle convergent les taux forwards à une certaine vitesse (Paramètre aussi exogène  $\alpha$  est déterminé par jugement d'experts). Une convergence non adéquate vers l'UFR ne permettrait pas à la courbe d'être market-consistant à partir du FSP.

Ainsi, en cas de mauvaise estimation des hypothèses, la courbe des taux obtenu ne serait pas une référence et entraînera des biais significatifs dans l'estimation des engagements de passifs.

Par ailleurs, la fonction des prix de Smith-Wilson n'a pas de contrainte pour contrôler la décroissance et pourrait engendrer des prix négatifs post LLP.

Concernant la revue et le testing de cette méthode de manière indépendante. Cette méthode présentée de grands avantages, toutes les informations sont disponibles au grand public via le site de l'EIOPA.

La validation et les contrôles faits par les équipes internes ou externes consistent notamment à une comparaison de la courbe de référence mise à disposition par l'EIOPA avec les données en entrée de modèle de projection et un recalcul périodique de l'extrapolation et ils peuvent être réalisés aisément.

→ L'extrapolation SW est simple à mettre en oeuvre et présente de nombreux avantages. Toutefois, cette méthode a été mise en application depuis 2016, demeure-elle adéquate après quelques années d'utilisation ? Est-elle toujours market-consistant ? Faut-il faire évoluer cette méthode ou actualiser les hypothèses d'extrapolation pendant la revoyure de SII ?

## 3.8 Nouvelle Méthode d'extrapolation - FSP

### 3.8.1 SII et Révision EIOPA

La norme Solvabilité II a été mise en vigueur depuis janvier 2016 où un nouveau paradigme a été appliqué à l'ensemble des sociétés ou filiales ayant des activités d'(re)assurance implémentées dans l'union Européenne. Solvabilité II a mis en place des exigences quantitative, qualitatives et de gouvernance autour de 3 piliers (voir annexe). Ces derniers ont encadré les méthodologies d'évaluation d'engagement de passifs, les processus de gestion de risques et de gouvernance, les mesures de solvabilité, les exigences en terme de reporting.

L'application de SII avec ses processus et ses méthodologies a suscité de nombreux débats et échanges entre les différentes parties prenantes. Par conséquent, différentes clauses de révisions ont été instaurées à l'aide d'Omnibus II<sup>9</sup>.

Une première clause de revoyure en 2018 portant sur le Pilier 1 de SII focalisé sur le SCR a abouti à un amendement en 2019<sup>10</sup> sur les points suivants :

- La simplification de l'approche par transposition des OPC
- Une baisse du choc action appliqué sur les actions des PME
- Consultation sur la création des LTEIP<sup>11</sup> avec un choc réduit à 22% les concernant.

Toutefois, les amendements proposés par la première révision étaient assez limités et restrictifs. Les assureurs attendaient encore plus de réformes afin de booster leur rendement et leur ratio, de faciliter l'application de la norme à chaque arrête et d'avoir des textes qui s'adaptent aux contextes de taux bas/négatifs.

Ainsi, même si la révision 2020 initiale devait réformer "les branches longues", L'EIOPA a changé de cap et a lancé une consultation en 2020 pour étendre cette revoyure via un Call For advice.

En raison de la crise sanitaire, l'Opinion de l'EIOPA a été reporté et il a été convenu de réaliser des études d'impacts prenant en compte les effets de la pandémie : baisse des taux d'intérêt et augmentation de la sinistralité pour certains assureurs. Cette Opinion a servi de socle principal à la Commission pour élaborer un projet de révision de Solvabilité 2 et le soumettre au Parlement et au Conseil de l'Union Européenne. Les principales évolutions proposées par l'EIOPA pour la révision 2020 concernent[8] :

- La risk margin
- Le principe de proportionnalité
- le risque de taux
- Le risque action

---

9. directive qui amende Solvabilité 2, adoptée en 2014

10. Version définitive publiée le 06/19 au JO

11. Long Term Equity Investment Portfolio

- Le volatility adjustment
- L'audit du bilan prudentiel et l'harmonisation des reportings
- L'extrapolation de la courbe de taux sans risque

Dans le cadre de ce mémoire, seule la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe des taux sera présentée.

### 3.8.2 Définition de la nouvelle méthode d'extrapolation

- Pourquoi une nouvelle méthode d'extrapolation ?

Comme détaillé dans la partie 3, la courbe d'actualisation permettant d'estimer les engagements de passifs se base sur les composantes principales suivantes :

- ◇ La courbe de référence (Taux Swaps) et le last liquid point
- ◇ L'extrapolation entre le LLP et l'UFR

Toutefois, l'horizon de liquidité des swaps a évolué ces dernières années. En effet, avec le contexte des taux bas/négatifs, les investisseurs ont augmenté la maturité de leur investissements afin d'optimiser leur rendement. Ainsi, Depuis 2016 et sur la zone euro, les swaps sont liquides jusqu'à 50 ans. Le graphe ci-dessous montre la liquidité des swap euro entre 2016 et 2019 d'après le "Background document on the opinion on the 2020 Review of SII"[8] :

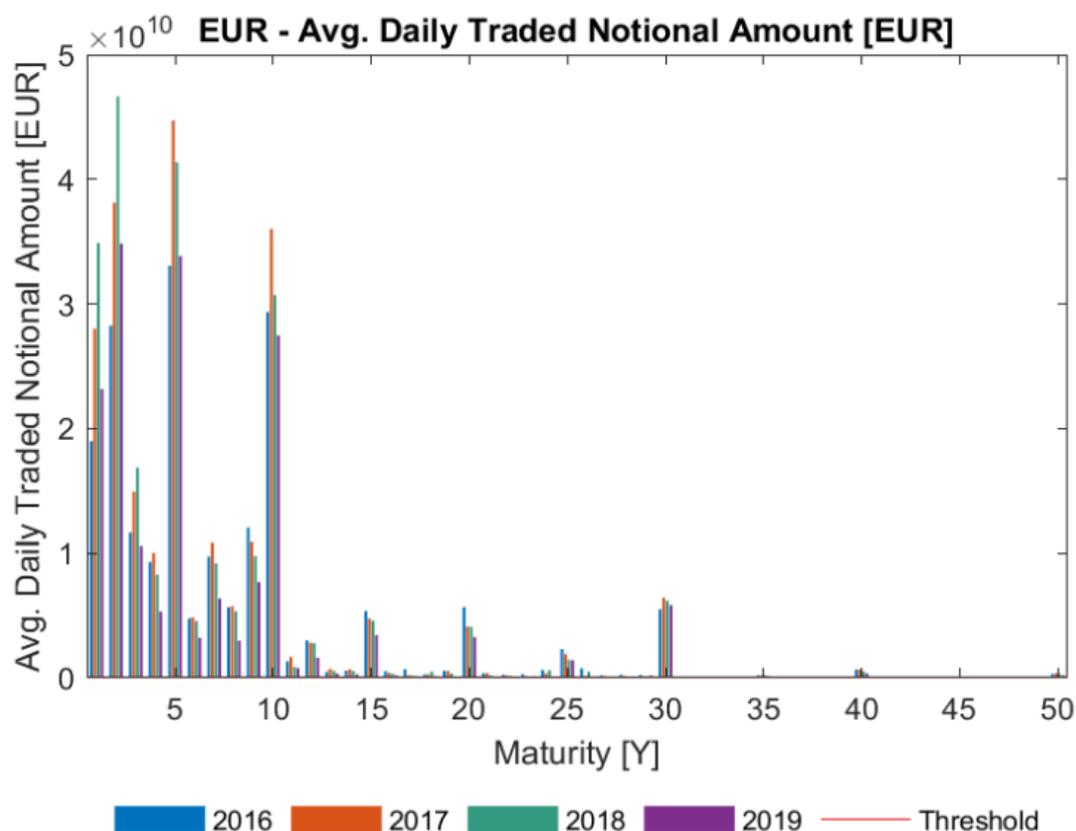


FIGURE 8 – DLT Swap Euro

Au vu des résultats de l'étude, est ce que le Last Liquid Point à 20 ans demeure pertinent ?

Comme le dernier point liquide correspond à l'échéance à laquelle le volume de transactions représente moins de 6% du total des échanges pour l'ensemble des maturités. Le LLP résultant du critère des échanges résiduels est stable autour de 22 ans depuis 2017 sur l'euro contre 20 ans entre 2012 et 2015 avant la mise en place de SII comme le montre le tableau ci-dessous :

	EUR	USD	AUD	JPY	CHF	GBP	RON	HRK
2006	22	25	13	19	43	49	14	n/a
2007	22	25	14	19	29	48	13	n/a
2008	21	25	13	19	28	47	12	n/a
2009	20	26	12	20	27	46	20	n/a
2010	20	27	12	20	26	45	19	10
2011	18	27	14	23	25	44	10	9
2012	20	27	15	24	25	43	15	8
2013	20	27	14	25	20	39	14	7
2014	20	27	15	24	19	38	13	6
2015	20	27	14	26	20	38	12	11
2016	21	27	14	27	21	39	11	10
2017	22	27	13	27	20	38	10	11
2018	22	27	10	27	20	37	10	11
2019	22	27	14	27	20	38	10	15
Q12020	22	27	14	27	20	38	10	15
Q22020	22	27	15	27	20	38	10	15

FIGURE 9 – DLT Swap Euro - Source : Eiopa - Background document on the opinion on the 2020 Review of SII

Cette évolution du LLP selon les critères DLT encouragerait à une évolution de ce paramètre. Néanmoins, la courbe des taux est très sensible au LLP. Un mauvais choix de paramètre pourrait engendrer une extrapolation des courbes éloignées des taux de marché et un biais dans l'estimation des passifs. Le graphe ci-dessous montre différentes courbes des taux selon leur niveau de LLP avec Smith Wilson :

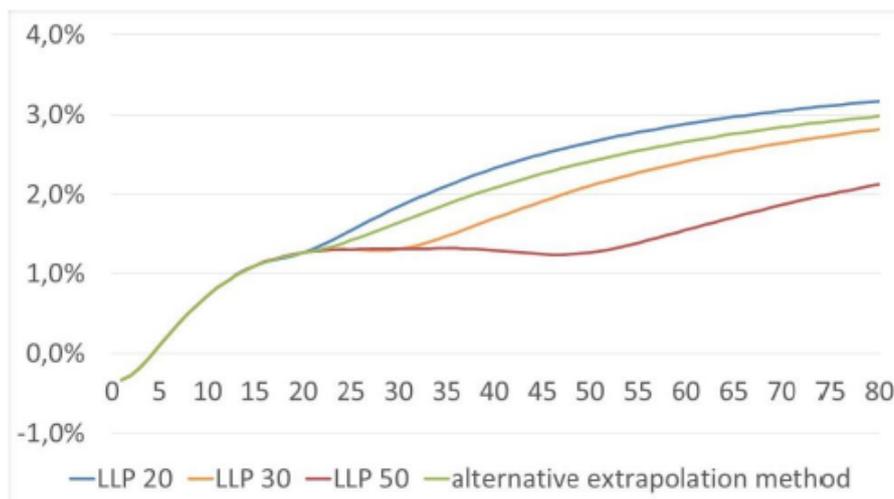


FIGURE 10 – Courbe des taux selon LLP - Source : Eiopa - Background document on the opinion on the 2020 Review of SII

L'allure des courbes et l'extrapolation est totalement bouleversée suite à une modification potentielle des LLP. Un changement brutal du LLP pourrait dégrader fortement les ratios de solvabilité des compagnies d'assurances du fait de la sensibilité des taux d'actualisation à ce paramètre :

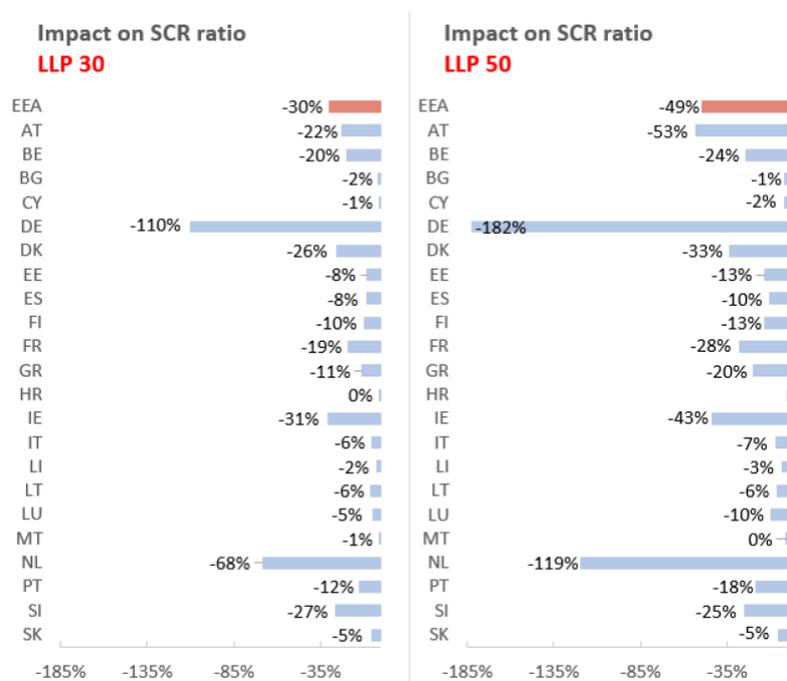


FIGURE 11 – Impact LLP SCR ratio - Source : Eiopa - Background document on the opinion on the 2020 Review of SII

Sur la France, si le LLP venait à être fixé à 30 ou à 50 ans, les ratios de solvabilité diminueraient respectivement de -19% et de -28% en moyenne. Ces impacts sont plus significatifs sur la zone euro où les ratios baissent entre 30% et 49%.

→ Afin d'être plus cohérent avec les données de marché, faut-il changer le LLP au risque d'altérer fortement la solvabilité des assureurs ou proposer une autre évolution alternative ?

- **FSP et LLFR**

Pour palier à une forte dégradation des ratios de solvabilité des assureurs, l'EIOPA a abandonné l'idée d'une modification du LLP et a introduit une méthode alternative limitant l'impact sur les ratios de solvabilité à -12% sur la zone Euro. Cette nouvelle approche allie la cohérence avec les données observables, l'impact sur la solvabilité des assureurs et une mise en œuvre raisonnable.

Ainsi, l'EIOPA a proposé de **maintenir le LLP à 20 ans** en le rebaptisant **FSP** (First Smoothing Point)<sup>12</sup> et d'introduire une nouvelle méthode d'extrapolation alternative avec des nouveaux paramètres tels que le LLFR ou l' $\alpha$  :

- ◇ First Smoothing Point (**FSP**) : correspond à la dernière maturité des taux swaps répondant aux critères DLT. Il a été maintenu à 20 ans comme le LLP.
- ◇ Last Liquid Forward Rate (**LLFR**) est défini pour refléter la liquidité des taux forwards au delà du FSP. Il est égal à la moyenne des taux forwards sur 5 périodes selon leur poids<sup>13 14</sup> :

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

Les variables nouvellement déterminées sont clés dans la méthode alternative d'extrapolation. Elles permettent d'estimer les taux forwards suivants à chaque pas de temps :

$$f_{FSP, FSP+h} = \ln(1 + UFR) + (LLFR - \ln(1 + UFR)) \cdot \frac{(1 - \exp^{-\alpha \cdot h})}{\alpha \cdot h}$$

Les taux forwards permettent ensuite de calculer les ZC via l'équation suivante :

$$ZC_{FSP+h} = \exp\left(\frac{FSP \cdot ZC_{FSP+h} \cdot f_{FSP, FSP+h}}{FSP+h}\right) - 1$$

- Poids des forwards

L'estimation du LLFR dépend des poids se basant sur le volume d'échange résiduel des forwards entre les différentes maturités comme définie par l'EIOPA dans le "Background document on the opinion on the 2020 Review of solvency II de l'EIOPA[8] :

**A.85 :**

The weighting factors  $w_x$  are based on the liquidity assessment of the swap market, where  $V_x$  represents the annual average notional amount traded for a particular maturity point  $x$

Soit

$$w_{i \in [20,25,30,40,50]} = \frac{V_{i \in [20,25,30,40,50]}}{V_{20} + V_{25} + V_{30} + V_{40} + V_{50}}$$

avec  $V_i$  représentant le volume annuel résiduel échangé pour une maturité donnée.

Ces volumes sont définies par l'EIOPA lors de l'évaluation de la DLT publiée dans sa [documentation technique](#). Les paramètres de référence de l'EIOPA sont les suivants :

---

12. Premier point de lissage  
 13. VA : Volatility adjustment : Ajustement pour la volatilité. Ce point sera défini par la suite  
 14.  $w_i$  correspond au poids des échanges sur chaque maturité  $i$ .  
 $f_{i,j}$  est égale au taux forward entre les maturité  $i$  et  $j$

Maturité	Volume Residuel
20	33 %
25	12%
30	48%
40	4%
50	3%

- Paramètre de convergence

Un nouveau paramètre de convergence  $\alpha$  a été défini par l'Eiopa. Ce paramètre est indispensable dans la nouvelle méthode d'extrapolation des forwards après le FSP. Cette hypothèse conditionne fortement la vitesse de convergence vers l'UFR :

- ◊ Plus le  $\alpha$  augmente, plus les taux forwards convergent rapidement vers l'UFR et se rapprochent d'une convergence Smith Wilson.
- ◊ Un alpha faible permet d'accentuer les effets du LLFR par rapport à l'UFR.

L'EIOPA préconise un coefficient à 10% par prudence comme le montre le "Background document on the opinion on the 2020 Review of solvency II de l'EIOPA[8] :

**A.90 :**

In the proposed method the factor is set at 10% as was set in the 2013 "UFR committee". The 10% was chosen out of prudence, given the big impact of a larger change, and as a step towards using more market consistent data. The size of this parameter could be reassessed and recalibrated in future reviews.

A date, en l'absence de recherche approfondie disponible sur le sujet, il est recommandé de s'orienter vers un alpha entre 10% et 20% comme le font les différents acteurs sur la place. Il conviendrait de discloser les différentes sensibilités obtenus avec différentes vitesses de convergences dont le 10%.

Il est à noter que dans le cadre de la revoyure S2, l'EIOPA autorise une phase de transition sur le paramètre  $\alpha$  selon la valeur du taux sans risque au FSP. La méthodologie transitoire est détaillée en annexe.

- Interprétation de la formule

Cette sous-partie explique l'interprétation de la formule de calcul de taux forward via la méthode alternative.

La formule d'extrapolation de la méthode alternative prend en compte de façon décroissante avec le temps la contribution des forwards sur les 5 périodes liquides via le LLFR.

Plus les maturités se rapprochent de l'horizon de convergence, moins le poids du LLFR est important dans l'extrapolation et plus le second terme de la formule converge vers 0 afin que les forwards soient égales au log de l'UFR comme le montre le graphe ci-dessous :

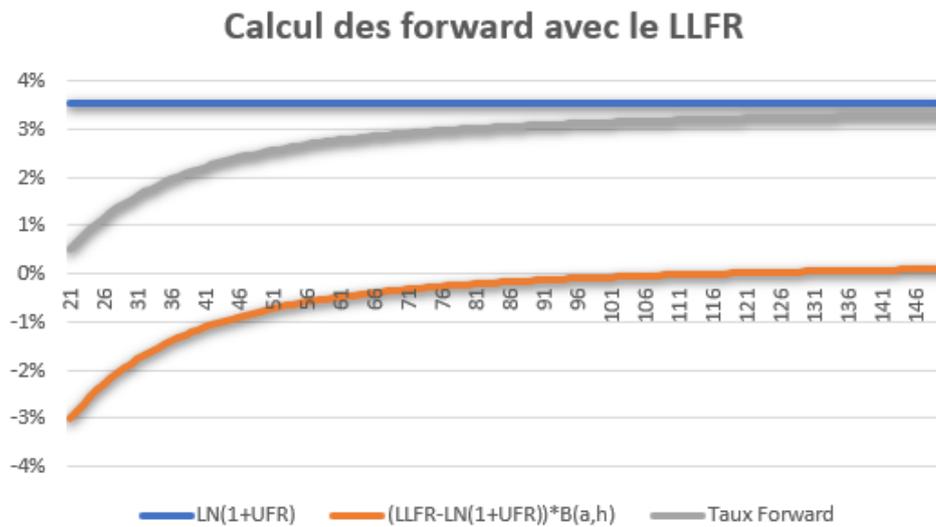


FIGURE 12 – Forward FSP

Les taux forwards obtenus sont croissants et convergent vers l’UFR tout en prenant en compte la contribution des données de marchés DLT entre 20 et 50 ans.

Les taux ZC sont ensuite extraits des taux forwards obtenus ci-dessus. Les résultats de la méthode FSP sur la courbe des taux sont détaillés dans la section qui suit.

### 3.8.3 Résultats

Une courbe de cette forme et de cette convergence (courbe orange) est obtenue suite à l’extrapolation alternative :

### COURBES TSR FSP-SW

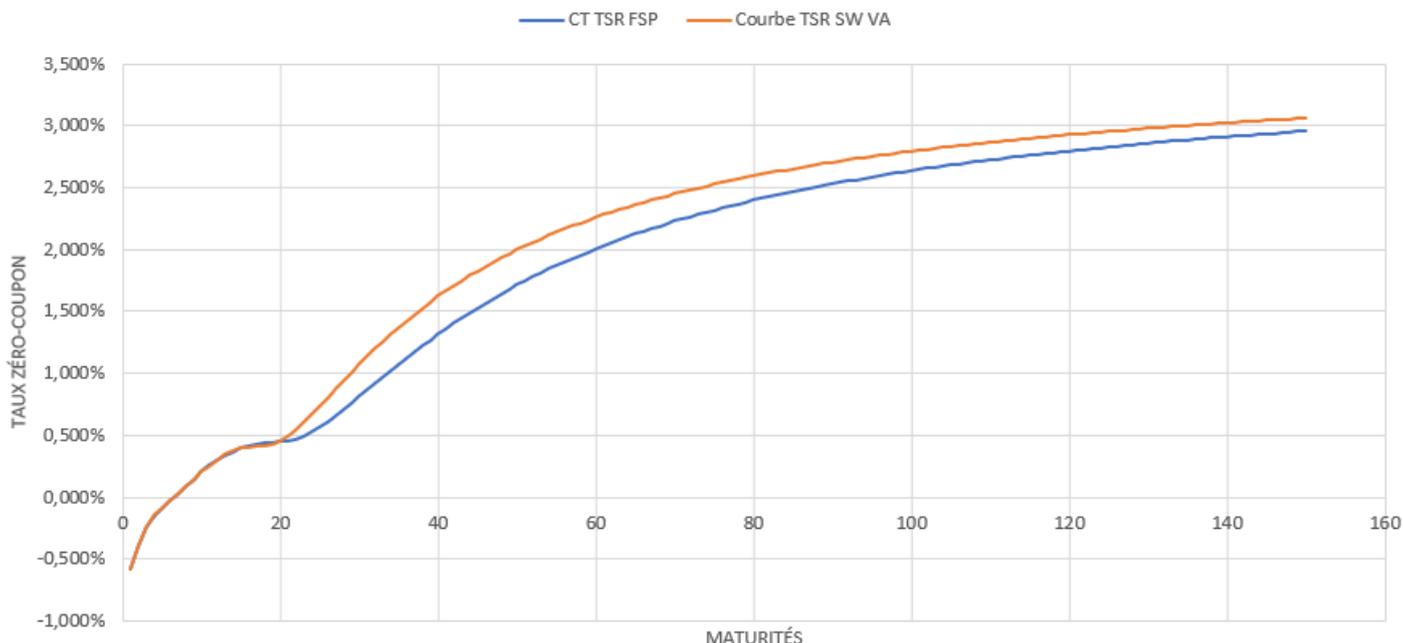


FIGURE 13 – Courbe EIOPA FSP - SW 31/12/21

Cette courbe a été calculée avec les taux swap €uro au 31 décembre 2021. Elle a été estimée avec les paramètres suivants qui ont été définis lors des parties précédentes :

Paramètres	Valeur
FSP	20 ans
UFR	3,6
$\alpha$	0.1
LLFR <sup>15</sup>	-0,04%
VA	0

En comparant cette courbe avec la courbe EIOPA estimée grâce à Smith-Wilson, Une cassure est constatée à 20 ans au niveau du FSP suite à la nouvelle méthode d'extrapolation.

La nouvelle courbe converge moins rapidement vers l'UFR due à un alpha à 10% mais permet de prendre en considération les données de marché observables afin d'être plus market consistant.

#### 3.8.4 Avantages et Inconvénients de la méthode

Cette approche alternative a les avantages suivants :

- ◇ Elle permet d'utiliser l'ensemble des données de marchés qui ont des maturités supérieures au FSP et leur niveau de liquidité
- ◇ Elle réduit les écarts constatés par l'ancienne méthode entre la courbe extrapolée et les données de marché

- ◇ Elle est facile à mettre en œuvre, publique et accessible
- ◇ Elle s'appuie sur quasiment les mêmes hypothèses clés que Smith-Wilson
- ◇ Elle répond aux besoins des assureurs et n'entraîne pas de volatilité dans sa 1<sup>ère</sup> mise en application notamment grâce à la mesure transitoire mise en place par l'EIOPA
- ◇ Méthode compatible avec les principes d'IFRS17 et qui ne se limite pas à SII.

Toutefois, comme la méthode d'extrapolation Smith-Wilson, elle présente quelques inconvénients sur la justification de la vitesse de convergence. Aucune évaluation de référence permet de justifier un niveau d' $\alpha$  cohérent. Cette méthode est aussi très sensible au niveau de l'UFR.

Concernant la revue et le testing de cette méthode de manière indépendante. Cette méthode alternative proposée par l'EIOPA est transparente, compréhensible et disponible au grand public via une documentation fournie. La méthodologie est claire et la revue de cette méthode peut être réalisée via Excel.

L'enjeu est d'avoir la capacité de mettre en place une piste d'audit claire sur les données de taux swaps utilisées si la courbe d'actualisation est calibrée en amont de l'EIOPA et de pouvoir réaliser des contrôles de cohérence à chaque closing. De plus, il convient de documenter les hypothèses retenues et de mettre à jour cette documentation de manière régulière.

### 3.8.5 Conclusion

La méthode d'extrapolation alternative est la nouvelle méthode appliquée pour l'estimation de la courbe des taux sans risque et est choisie comme référence pour de nombreux acteurs sur la place pour la construction de la courbe des taux sans risque pour les besoins IFRS17. Il est important de comparer les deux méthodes afin de saisir les différences et similitudes entre les deux méthodes :

Paramètres	Méthode SW	Méthode Alternative
Taux de référence	Pas de changement, les deux méthodes se basent sur les mêmes taux de référence. Ils s'appuient sur les taux Swaps retraités du CRA pour le moment.	
UFR	Pas de changement, les deux méthodes s'appuient sur le même UFR qui s'établit à 3,6 %.	
Vitesse de convergence	La vitesse de convergence est de 13% pour SW avec un horizon de convergence fixé à 40 ans	L'alpha préconisé par l'EIOPA est de 10%. Une méthode transitoire est mise en oeuvre avec un alpha entre 10% et 20%.
Dernier Point Liquide	le LLP (Last Liquid Point) est défini à 20 ans	Le LLP est remplacé par le FSP (First Smoothing Point) et est toujours à 20 ans.
Extrapolation	Extrapolation sous 40 ans vers l'UFR sans prise en compte des données de marché au-delà du LLP	Extrapolation vers l'UFR avec prise en compte des forwards DLT après le FSP grâce au LLFR. Le poids des forwards est décroissant avec la convergence à l'UFR. Cette méthode est plus Market Consistent et permet de limiter les écarts entre la courbe extrapolée et les données de marché.
Résolution	Résolution d'un système matricielle d'une fonction de prix de laquelle les ZC sont déduits	Calcul des forwards à chaque pas de temps avec une formule simple dont les taux ZC sont déduits. Cette méthode plus simple à mettre en oeuvre.
Prise en compte du VA	Translation des taux swaps avant 20 ans du niveau du VA	Même approche que SW mais prise en compte du VA dans l'extrapolation via le forward $f_{15,20}$ du LLFR afin de prendre en compte le VA jusqu'au FSP. Cette Problématique est abordée dans un chapitre du mémoire.

Pour le reste du mémoire, la méthode d'extrapolation alternative est utilisée comme référence pour la construction de la courbe des taux sans risque. Elle est compatible avec les principes d'IFRS17 et est plus market-consistant. Il est à noter qu'elle a aussi été adoptée par la majorité des acteurs européens pour les besoins d'IFRS17. Il reste à définir par la suite la prime d'illiquidité pour la construction de la courbe des taux IFRS17.

Le chapitre suivant se consacrera à la définition de la liquidité et aux différentes approches proposées pour estimer une prime d'illiquidité cohérente en top des taux sans risque.

## Prime d'illiquidité

Comme vu dans les parties précédentes, la méthode Bottom-up *Méthode Ascendante* permet d'aboutir à une courbe IFRS17 construite en 2 étapes :

- ◇ Une courbe des taux sans risque basée les approches définies dans la partie 3. ‘
- ◇ Une prime d'illiquidité

Ce chapitre a pour objectif de présenter cette prime d'illiquidité et les différentes manières de la mesurer afin qu'elle puisse refléter au mieux les caractéristiques du passif de l'assureur par périmètre.

### 4.1 Définition de l'illiquidité et de la prime d'illiquidité :

L'illiquidité, par opposition à la liquidité, définit un instrument financier difficilement échangeable à court-terme sur les marchés. Le concept fait l'objet d'un consensus dans la littérature financière comme le montre les définitions suivantes extraites de sources différentes :

1. *Les liquidités désignent le numéraire disponible et les actifs facilement négociables à un prix proche de leur valeur réelle. Par opposition, l'illiquidité qualifie ce qui ne peut être aisément vendu à court terme, comme l'immobilier, les antiquités, ou les valeurs marginales, surtout en période de crise de confiance économique.*  
Source : [Boursedescredits.com](http://Boursedescredits.com)
2. *Dans l'univers de l'investissement, l'illiquidité se réfère aux actifs qui ne peuvent pas être facilement échangés contre de l'argent. Cela peut être dû au fait qu'il n'y a pas suffisamment d'investisseurs souhaitant les acheter.*  
Source : [Capital.com](http://Capital.com)
3. *..De manière générale, l'illiquidité peut également caractériser un actif lorsque celui-ci ne peut être revendu rapidement sans provoquer une perte en valeur substantielle..* : [Financedemarche.fr](http://Financedemarche.fr)

Dans les places financières, certains actifs sont plus liquides que d'autres :

- Les actions des entreprises cotes sont très liquides et peuvent être échangées à tout moment
- Les obligations souveraines sont très liquides.
- Les obligations corporate sont moins liquides car elles sont plus risquées que les obligations souveraines

Moins l'investissement est liquide, plus il est risqué et plus son rendement doit refléter ce risque. De ce fait, quand un investisseur achète un actif peu liquide, il s'attend à avoir une meilleure rentabilité pour faire face à ce risque. Ce sur-rendement définit **la prime d'illiquidité**. Il correspond à l'écart de rentabilité par rapport à un instrument sans risque de même rating (ayant le même risque de défaut).

Par construction, le prix de vente d'un actif liquide correspond à la valeur actualisée des ses cash-flow futurs (modulo le risque de crédit). Pour un actif moins liquide, sa valorisation tient compte de cette prime d'illiquidité. Cette dernière correspondrait à l'écart de rendement entre le prix de cession et la valeur actualisée des cash-flow futures (ajusté du risque de crédit).

## 4.2 Prime d'illiquidité en assurance :

L'illiquidité est un concept clé en assurance. Les engagements d'assurance ne peuvent être vendus ou échangés sur les places financières et sont de nature peu liquide. Les passifs d'assurances sont moins liquides que les instruments financiers cotés.

En termes d'investissement, les actifs cotés sont plus recherchés et de ce fait les passifs d'assurances sont moins demandés et moins chers que les actifs à flux égaux. Ainsi, la prime d'illiquidité d'un passif serait de facto plus élevée que celle des instruments financiers.

L'EIOPA a défini le principe de l'illiquidité des engagements de passifs dans son étude. "*Task Force :Report on the Liquidity Premium*" sous SII[5]. Selon cet étude, l'illiquidité des engagements de passifs est évaluée par la prédictibilité des cash-flows financiers que ce soit en montant et au cours du temps.

En assurance, différentes méthodes existent pour déterminer une prime d'illiquidité. Toutefois, l'ensemble des méthodes ont recours aux actifs en face des engagements de passifs pour calculer la prime d'illiquidité. En effet, cela s'explique par :

- ◇ La complexité de valoriser et de prédire les passifs qui ne s'échangent pas sur les places financières,
- ◇ La similitude entre les actifs et les passifs auxquels ils sont adossés en termes de maturité et d'illiquidité,
- ◇ La transformation d'une prime d'illiquidité actif à une prime d'illiquidité passif avec des coefficients.

Dans le cadre d'IFRS17 et sous l'approche ascendante, il est nécessaire de prendre en compte **un niveau de prime d'illiquidité adéquat** dans l'estimation des engagements de passifs d'après les chapitres 2 et 3.

Par conséquent, dans les parties qui suivent, différentes méthodologies de détermination d'une prime d'illiquidité seront présentées. La mesure de l'illiquidité se fera :

- Sur la poche obligataire via notamment l'adaptation de la méthodologie EIOPA du VA
- Sur les autres classes d'actifs en utilisant les méthodes répandues sur la place tout en démontrant la nécessité de la mesure pour cette typologie d'actif.

L'objectif étant de calibrer une prime d'illiquidité cohérente avec les différentes classes de passifs et répondant aux exigences de la norme IFRS17.

### 4.3 Mesure de l'illiquidité via la méthode EIOPA - VA

Dans le cadre de la norme Solvabilité II, l'EIOPA ajuste la courbe des taux sans risque avec la Volatility Adjustment - VA <sup>1</sup>.

Il a pour objectif de réduire l'impact de la variation des spreads due aux fluctuations temporaires des marchés et des chocs de liquidité sous-jacents. En effet, les mouvements de marchés temporaires impactent l'actif et non le passif ce qui crée une distorsion dans l'estimation des longs engagements. L'ajout d'une prime à la courbe des taux permet de corriger cette asymétrie entre l'actif et le passif et de valoriser les engagements de passifs à leur juste valeur. Il est noter que le VA était initialement vu comme une prime d'illiquidité lors de sa conception de SII dans les années 2010 dans le cadres des études ([QIS 5 Technical Specification Risk-free interest rates CRO Forum](#)) pour aboutir finalement à une mesure contra-cyclique.

Cet ajustement ad-hoc est encadré par une méthodologie définie par l'EIOPA et est détaillée ci-dessous

#### 4.3.1 Méthode EIOPA

Le « Volatility Adjustment » Solvabilité II proposé par l'EIOPA est défini par l'article 50 des actes délégués. Il est estimé via le « spread » (différence entre le rendement du titre et le taux sans risque) d'un portefeuille de référence ainsi que d'une composante de correction pour risque (RC) qui capture le risque de ce spread mentionné comme le montre la formule ci-dessous[7] :

$$S^{currency} = w_{gov} \cdot [\max(S_{gov}; 0) - \max(RC_{gov}; 0)] + w_{corp} \cdot [\max(S_{corp}; 0) - \max(RC_{corp}; 0)]$$

---

1. Ajustement pour volatilité

avec

- ◇  $W_{gov}$  le % de VM d'obligations souveraines contenues dans le portefeuille d'actifs de référence de cette monnaie
- ◇  $S_{gov}$  l'écart de devise moyen des obligations souveraines contenues dans le portefeuille d'actifs de référence de cette monnaie
- ◇  $W_{corp}$  le % de VM d'obligations non-souveraines, prêts et sécurités contenues dans le portefeuille d'actifs de référence de cette monnaie
- ◇  $S_{corp}$  l'écart de devise moyen des obligations non-souveraines, prêts et sécurités contenues dans le portefeuille d'actifs de référence de cette monnaie
- ◇  $(RC)_{gov}$  (resp.  $(RC)_{corp}$ ) désigne la risk correction représentant la portion du spread de  $S_{gov}$  (resp.  $S_{corp}$ ) réellement attribuable à une évaluation d'une perte prévue ou d'un risque de crédit.

### • Calcul des spreads

Les spreads correspondent à la différence du rendement du titre avec le taux sans risque. La formule de calcul l'EIOPA permet d'obtenir deux uniques spreads sur les parties govies et corporate. Ils représentent le rendement moyen des obligations d'états et corporates du portefeuille de référence.

Ces spreads sont calculés via la détermination de l'IER (Internal Effective Rate ou Taux de rendement interne) avec les postulats suivants<sup>2</sup> :

1. Chaque obligation composant le portefeuille à un poids  $i$  tels que le poids  $i$  de l'ensemble des obligations du portefeuille vaut 1 ( $\sum poidsi = 1$ ). Chaque obligation a un rendement "yield". Le yield govies sont fournies par la BCE et yields corporates sont extraits de Markit.
2. L'ensemble du portefeuille est égal à une obligation zéro coupon. L'IER est le taux de rendement équivalent permettant l'équation suivante  $Prix_{Portefeuille}^j = 1$
3. 3 obligations zéro coupons sont déterminées pour respectivement le taux sans risque, taux de marché et le taux de risk correction avec les équations suivantes

$$\left\{ \begin{array}{l} Prix_{Portefeuille}^{market} = \sum_i \frac{poids_i \cdot (1 + yield_i^{market})}{(1 + IER)^{-maturite_i}} \text{ avec } yield_i^{market} = \text{rendement reel}_i \\ \\ Prix_{Portefeuille}^{rfr} = \sum_i \frac{poids_i \cdot (1 + yield_i^{rfr})}{(1 + IER)^{-maturite_i}} \text{ avec } yield_i^{rfr} = \text{taux sans risque}_i \\ \\ Prix_{Portefeuille}^{RC_{market}} = \sum_i \frac{poids_i \cdot (1 + yield_i)^{RC_{market}}}{(1 + IER)^{-maturite_i}} \text{ avec } yield_i^{RC_{market}} = \text{rendement reel}_i - RC_i \end{array} \right.$$

---

2. le calcul des RCi est détaillée dans la partie qui suit

les IER sont solutions des équations ci-dessous :

$$IER_j = \operatorname{argmin}[(1 - \operatorname{Prix}_{\text{portefeuille}}^j)^2] \text{ avec } j \in (\text{Market}, \text{RFR}, \text{RC market})$$

Ainsi

$$S_z = \max(0; IER_{\text{market}} - IER_{\text{Rfr}}) \text{ et } RC_z = \max(0; IER_{\text{market}} - IER_{\text{RCmarket}}) \\ \text{avec } z \in (\text{govies}, \text{corporates})$$

### • Calcul des corrections de risque

Les risk corrections sont calculés comme la différence entre le rendement réel et celui corrigé de la composante risque (RiskCorr) sur les composantes govies et corporate :

$$\text{Riskcorr}_{\text{gov}} = \max[30\%LTAS; 0]$$

$$\text{Riskcorr}_{\text{corp}} = \max(35\% \cdot LTAS_{\text{corp}} ; PD + COD )$$

où

- LTAS correspond au long term average spread soit la moyenne long terme des spread sur une période de 30 ans
- PD correspond à la probabilité de défaut
- COD correspond au cost of downgrade soit les pertes potentielles due à la dégradation de la notation des actifs<sup>3</sup>
- Les coefficients de 30 et 35 % sont aussi fixés par l'EIOPA

### • Calcul du VA

Le spread ajusté de la correction pour risque représente alors une approximation de la prime d'illiquidité du portefeuille d'actifs. Le passage d'une prime d'illiquidité calculé sur un portefeuille d'actif à une VA applicable sur le passif se fait via un coefficient de passage de 65% :

$$VA = 65 \% \cdot ( S - RC )$$

Ce coefficient forfaitaire préconisé par l'EIOPA sera revu et challengé dans le cadre de l'estimation d'une prime d'illiquidité IFRS17 par la suite dans ce mémoire.

#### Remarque

---

3. Les LTAS, PD et COD sont des données fournies par l'EIOPA dans son site. Ils sont mis à jour régulièrement à partir des évaluations des sociétés de rating.

Pour le calcul du VA, l'EIOPA définit des portefeuilles de références respectivement sur les compagnies européennes et par pays pour le spread currency  $S_{currency}$ . Ces portefeuilles sont construits à partir des obligations souveraines et corporates des assureurs européens et sont mis à jour régulièrement par l'EIOPA.

- **Résultats**

Le VA currency Euro obtenue selon la méthode EIOPA varie d'année en année selon le contexte économique et la composition du portefeuille de référence EIOPA. Ci-dessous les différentes valeurs du VA par l'EIOPA :

Année	VA
2021	3 bps
2020	7 bps
2019	7 bps
2018	24 bps
2017	4 bps

Le VA vient s'ajouter directement à la courbe des taux (Méthode SW) et entraîne une translation vers le haut de la courbe comme le montre le résultat sur la courbe au 31 décembre 2021 :

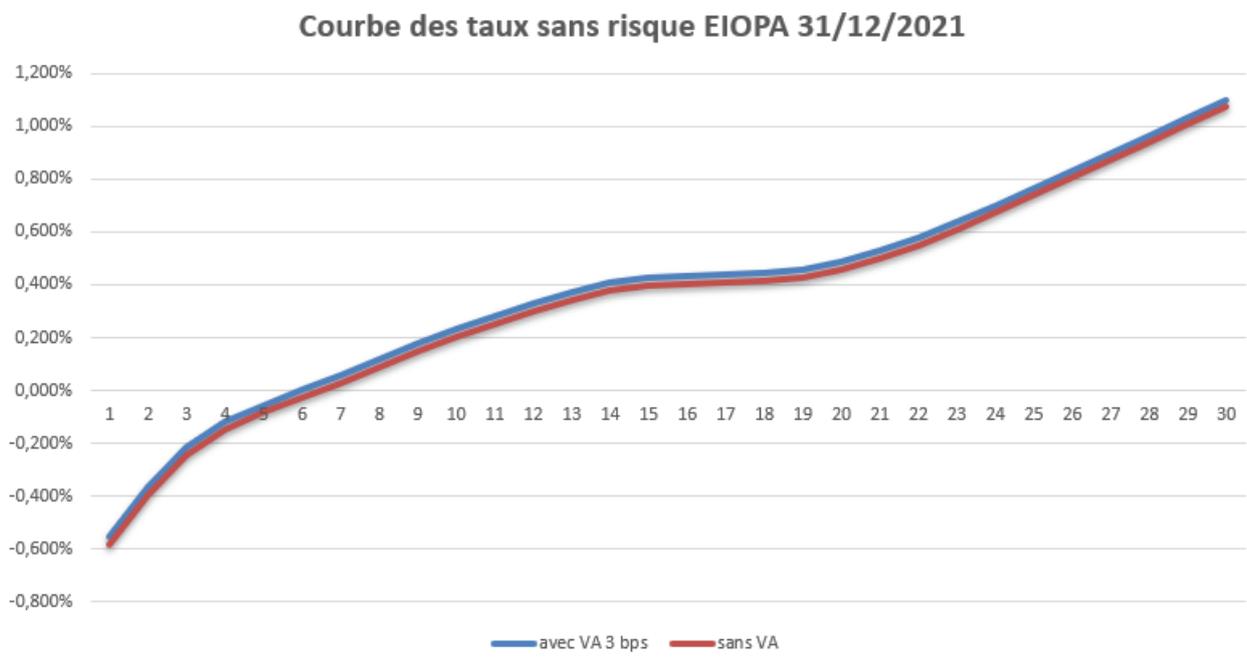


FIGURE 14 – Courbe EIOPA SW avec et sans VA

Cette augmentation de la courbe d'actualisation entraîne une baisse des valeurs actualisées des engagements futures et vient diminuer le passif d'assurance entraînant une hausse

des fond propres.

Prenons l'exemple de la MCEV publiée par CNP Assurances, le VA de 3 bps entraîne une amélioration de la MCEV de + 237 M€ ce qui est significatif comme le montre le tableau ci-dessous :

En (M€)	MCEV	% Variation
Courbe des taux centrale (VA = 3bps)	16 256	
Correction pour volatilité nulle (VA = 0)	-237	-1,5%

### • Application avec la norme IFRS17

La méthodologie du VA sous solvabilité 2 a pour objectif de réduire l'impact de la variation des spreads due aux fluctuations et aux chocs de liquidité et d'éviter tout biais dans l'estimation des passifs long-terme.

La méthodologie du VA actuelle n'est pas totalement adaptée aux exigences d'IFRS17 et de l'approche bottom-up à cause des limites suivantes :

- ◇ La prime de liquidité est calculée via un portefeuille de référence européen. Il n'est pas propre aux caractéristiques des assureurs et n'est pas adapté pour mesurer la liquidité appropriée de chaque compagnie,
- ◇ Le coefficient de 65 % s'applique dans tous les cas et peut ne pas convenir à l'ensemble du passif et à la liquidité de l'ensemble des périmètres,
- ◇ La méthode EIOPA a une vision réduite du portefeuille d'actif en ne considérant que les actifs à taux fixe (obligations) et ne s'intéresse pas aux autres classes d'actif qui représentent en moyenne plus de 20% du portefeuille d'actif des assureurs,
- ◇ Le risk correction se base sur une mesure de la moyenne des spread long terme sur 30 ans. Il n'est pas totalement en ligne avec les probabilités de défaut spot.

Les parties qui suivent s'intéresseront à une mesure de la prime d'illiquidité plus en ligne avec les exigences d'IFRS17 en adaptant la méthode EIOPA sur la poche obligataire et en mesurant une illiquidité sur les autres classes d'actifs.

### • Révision SII - Impact sur le VA

Comme constaté dans les parties précédentes, les engagements de passifs des assureurs sont très sensibles à la courbe des taux et au niveau du VA retenu. Une augmentation du VA entraîne une baisse des engagements et une augmentation des fonds propres.

Lors de la révision 2020 de l'EIOPA, les assureurs attendaient une revoyure du VA pour de nombreuses raisons :

- ◇ Le VA est calculé sur un portefeuille de référence européen qui est différent du portefeuille des assureurs

- ◇ Le VA ne prend pas en compte les spécificités d'illiquidité du passif des assureurs
- ◇ La composante risk correction avec sa formule n'est pas en ligne avec les spreads de crédit observés sur le marché.
- ◇ L'activation de la composante VA country

Suite aux consultations et dans son opinion, l'EIOPA a proposé une évolution du VA pour qu'il puisse s'adapter aux spécificités des assureurs et afin de tenir compte de l'impact de l'augmentation des spreads par pays<sup>4</sup>.

Le futur VA de l'EIOPA[8] sera composé d'un VA permanent calculé sur une devise et d'un VA macroéconomique (permettant de prendre en compte le pays et l'écartement de ses spreads en période de crise) :

$$VA = VA_{permanent} + VA_{macroeconomique}$$

La déclinaison de chaque sous-composante et de la proposition EIOPA est détaillée dans les annexes.

Le point important à noter qu'en lieu et place du coefficient forfaitaire de 65%, l'EIOPA propose d'introduire une composante prenant en compte les spécificités d'illiquidité du passif de l'assureur. Cette variable est égale à la moyenne pondérée des BE aux buckets suivants :

Bucket 1	100%	Contrats sans clause de sortie (e.g Rentes)
Bucket 2	75%	Contrats avec clause de rachats (Contrats d'Epargne avec PB)
Bucket 3	50%	Autres contrats (Non vie, Vie sans PB)

In-fine, les nouvelles orientations de l'EIOPA permettent de mieux s'adapter aux passifs des assureurs grâce à des coefficients d'ajustements tout en gardant le principe portefeuille de référence européen. Toutefois, la nouvelle méthodologie proposée se base toujours sur un portefeuille de référence et définit des nouvelles hypothèses qui ne sont pas facilement justifiables au regard du portefeuille de passif d'un assureur (par exemple le General application ratio de 85%).

→ La question se pose comment adapter la méthode EIOPA pour estimer la prime de liquidité des obligations ?

### 4.3.2 Adaptation de la méthode EIOPA pour IFRS17

Au regard des limites du VA, il conviendrait d'adapter l'approche EIOPA pour pouvoir utiliser cette méthode afin d'estimer une prime d'illiquidité cohérente avec la nouvelle norme :

---

4. Le VA country ne s'activait pas comme attendu par l'EIOPA

Les évolutions proposées dans le cadre de ce mémoire sur la méthodologie du VA sont les suivantes :

- Utilisation du portefeuille d'actif de l'assureur reflétant le risque de liquidité associé de l'assureur.
- Extension de la mesure de la prime d'illiquidité sur les autres typologies d'actifs concernées (par exemple les privées equity, infrastructures, immobilier)
- Calcul d'une correction de risque plus adaptée à une probabilité de défaut spot
- Adaptation du coefficient de 65% à la typologie du passif selon sa liquidité et les buckets de l'EIOPA

Dans les parties qui suivent, l'adaptation de la méthode EIOPA sera revue plus en détail et une mesure de l'illiquidité sera envisagée en considérant des approches plus en adéquation avec les exigences d'IFRS17. L'application des méthodologies proposée sera analysée sur un portefeuille de référence d'une compagnie d'assurance vie présentée dans la partie suivante.

### 4.3.3 Portefeuille d'étude

Dans le cadre de ce mémoire, une compagnie d'assurance vie dite X est choisi. Cette compagnie est spécialisée en Épargne, Retraite et envisage de détenir des parts de marché en prévoyance.

Son portefeuille d'actif se décompose de la manière suivante :

Typologie d'actifs	Valeur de marché en M€	% Poids
Obligations d'Etat	600	60 %
Obligations Corporate	175	18 %
Actions (dont Private Equity)	175	18%
Property	45	5%
Trésorerie	5	1%

Il est à noter que le portefeuille est totalement investi en Euro.

#### • Portefeuille Obligataire

Chaque obligation du portefeuille est caractérisée par les spécificités suivantes :

- ◇ Typologie : Souveraine ou Corporate. Pour les corporates, les obligations peuvent provenir d'entreprises financières ou non financières
- ◇ Valeur de marché ou Market Value
- ◇ Duration ou maturité correspondant à la vie résiduelle de l'obligation
- ◇ Notation ou rating issue des organismes de notation. Les notes varient de AAA (resp 0) à C (resp 6)
- ◇ Provenance correspondant au pays d'émission de la dette
- ◇ Devise : Monnaie d'émission des dettes

Ces sous-variables permettent d'obtenir le portefeuille obligataire suivant de la compagnie X :

Classe	Pays	Devise	RATING	Maturité	MV	Financière (1) ou non (2)
Souveraines	Espagne	EUR	BBB	7,5	25 000 000	2
Souveraines	Espagne	EUR	BBB	7,5	50 000 000	2
Souveraines	Espagne	EUR	A	8,5	50 000 000	2
Souveraines	Espagne	EUR	A	8,5	25 000 000	2
Corporates	France	EUR	AA	4	20 000 000	2
Corporates	France	EUR	BB	12	45 000 000	1
Souveraines	France	EUR	BB	6	50 000 000	2
Corporates	France	EUR	BBB	11,5	5 000 000	2
Corporates	France	EUR	BBB	11,5	5 000 000	2
Corporates	France	EUR	BB	4	25 000 000	2
Souveraines	France	EUR	BB	4	50 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	8	22 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	10	30 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	10	30 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	10	25 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	8,5	22 875 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	8,5	22 875 000	2
Corporates	France	EUR	AAA	12,5	75 000 000	1
Souveraines	France	EUR	AA	1,5	22 875 000	2
Souveraines	France	EUR	A	1,5	24 375 000	2
Souveraines	Grece	EUR	BB	12	25 000 000	2
Souveraines	Grece	EUR	BB	12	25 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	4	50 000 000	2
Souveraines	France	EUR	AA	3	50 000 000	2

FIGURE 15 – Composition du portefeuille obligataire

Au 31 décembre 2021, le portefeuille de la compagnie X sur lequel se base notre étude et le portefeuille de référence de l'EIOPA n'ont pas la même exposition au risque en terme de répartition d'obligations, durée, de rating comme le montre les tableau ci-dessous :

	Portefeuille X		Portefeuille EIOPA	
	Govies	Corporate	Govies	Corporate
Duration	6,89	10,03	9,7	6,6
Rating Moyen	2,04	4,9	1,7	1,7
Repartition Obligations	60%	18%	31 %	40%
Repartition Obligations/ total actifs	78%		71%	

Au regard des statistiques, le portefeuille X est très différent du portefeuille de référence de l'EIOPA avec :

- ◇ Plus d'obligations par rapport au total des actifs que le portefeuille de référence de l'EIOPA
- ◇ Répartition différente avec un poids plus important des dettes souveraines (60% contre 31%)
- ◇ Une maturité beaucoup plus élevée sur les obligations corporate
- ◇ Une notation plus risquée pour le portefeuille X sur les obligations corporate
- ◇ Une maturité moins importante sur les govies à risque de crédit égal.

Les différences entre les deux portefeuilles engendreraient des divergences dans les mesures d'illiquidité entre les deux portefeuilles. Tout porte à croire que l'illiquidité du portefeuille X serait significativement plus importante que celle du portefeuille de référence de l'EIOPA. En effet, l'illiquidité du portefeuille de la compagnie X sera largement portée par les spreads des obligations corporate plus risquées et plus longues. Ce spread corporate ne pourrait pas être totalement compensé par la répartition moins importante que le portefeuille de référence. L'illiquidité de la compagnie X sera mesuré par la suite dans le cadre ce mémoire.

Afin de pouvoir apprécier les caractéristiques de la compagnie X et d'aboutir à une estimation cohérente de l'illiquidité, il est important de retenir son portefeuille d'actif propre.

Il revient maintenant d'utiliser une méthodologie adaptée afin d'estimer la liquidité sur le portefeuille de la compagnie X comme détaillé dans la partie qui suivent.

## 4.4 Mesure de l'illiquidité des obligations :

Comme constaté, l'approche la plus pertinente pour estimer la prime d'illiquidité sur les portefeuilles obligataires serait d'utiliser le portefeuille d'actif de l'assureur en adaptant la méthode classique du VA tout en prenant en compte les recommandations de la révision 2020 de l'EIOPA.

D'autres approches d'estimations d'illiquidité sur la poche obligataire peuvent être considérées. Ces différentes méthodologies et leur application seront revues lors des prochaines sections.

### 4.4.1 VA Adapté

Dans cette partie, l'approche du VA adapté sera appliquée. Elle est définie comme étant l'approche 1 pour le reste du mémoire.

A partir des données financières du portefeuille d'actif de l'assureur X, l'ensemble du portefeuille est transformé en une obligation zéro coupon équivalent (cf. 4.4.1) afin de déterminer les  $IER_{market}$ ,  $IER_{rfr}$  et  $IER_{RC}$  comme le montre le tableau suivant :

IER	Govies	Corporate
$IER_{Market}$	0,94%	4,03%
$IER_{RFR}$	0,09 %	0,27%
$IER_{RiskCorrection}$	0,84%	2,91%

Les IER ainsi estimées permettent d'obtenir par différence les Spread et les risk correction corporate et govies comme le montre le tableau suivant :

Estimation	Poids	S	RC
Govies	60%	0,85%	0,10%
Corporate	18%	3,26 %	1,12%

Une fois les Spreads et le RC govies et corporate estimés, le Spread final est déduit via la formule suivante (cf. partie 4.4) :

$$S^{currency} = 65\% * (w_{gov} \cdot [\max(S_{gov}; 0) - \max(RC_{gov}; 0)] + w_{corp} \cdot [\max(S_{corp}; 0) - \max(RC_{corp}; 0)])$$

Les résultats agrégés du spread portefeuille sont détaillés ci-dessous :

Résultats en bps	Approche 1 - Va adapté
S	116,69
RC	25,59
S - RC	91,09
65% . (S - RC)	59,21

Comme attendu, la prime d'illiquidité sur le portefeuille d'actif de la compagnie X est supérieur au VA calculé par l'EIOPA (3 bps) sur son portefeuille de référence. Le spread s'établit à 91 bps et à 59 bps en appliquant le coefficient de 65% de l'EIOPA.

Toutefois, ce facteur forfaitaire de 65% ne reflète pas la liquidité du passif de la compagnie. La prise en compte d'un coefficient de passage adéquat par périmètre sera revu dans la partie 4.6.

La première méthode via le VA adapté aboutit à une prime d'illiquidité sur les obligations de 59,21 bps. La partie qui suit proposera une méthode alternative reflétant un risque de défaut plus Market Consistant.

#### 4.4.2 Méthode Alternative RC - Approche 2

La méthode alternative RC (Approche 2) est une approche basée sur le VA calculé sur le portefeuille d'actif. Toutefois, certains ajustements sont réalisés sur le risque de crédit afin de le rendre Market Consistant.

En effet, le risque de crédit du VA EIOPA repose sur les formules suivantes :

$$Riskcorr_{gov} = \max [30\%LTAS; 0]$$

$$Riskcorr_{corp} = \max(35\% \cdot LTAS_{corp} ; PD + COD )$$

Le LTAS est égal à la moyenne long terme des spreads par rating sur un historique de 30 ans sur les obligations souveraine et corporate.

Par construction, ce coefficient représente une mesure des spécificités du risque de crédit sur le long-terme et éradique la volatilité constatée sur les spreads pendant un contexte économique particulier ou une crise. Ce coefficient ne permet ni de mesurer le risque de crédit propre au portefeuille d'actif d'une compagnie donnée ni d'estimer un spread de crédit spot. Ainsi, il n'est pas totalement market-consistant et ne semble pas totalement approprié aux exigences IFRS17.

Dans le cadre de ce mémoire, il est proposé de ne pas tenir compte des LTAS et de proposer une risk correction calculé via la formule suivante :

$$Riskcorr_i = PD + COD \text{ avec } i \in [ Govies, Corporate ]$$

où les PD et COD correspondent respectivement à la probabilité de défaut et au coût de la dégradation de la notation.

Ces deux variables sont estimées et fournies de façon mensuelle par l'EIOPA via la publication du fichier suivant [EIOPA-RFR-PD-cod](#). La mesure réalisée par l'EIOPA est une estimation marché spot sur les probabilités de défaut et du coût de dégradation de la notation des obligations corporates. Sa granularité est assez fine vu qu'une mesure est réalisée pour chaque rating et pour chacune maturité des obligations corporate financière et non financière de façon mensuelle. L'utilisation de la matrice fournie par l'EIOPA sur les corporates permet de réconcilier avec les dernières données de marché disponibles à date.

Concernant les obligations souveraines, une mesure des PD et COD pourrait être réalisée via les outils marché et les références de l'ECB. Toutefois, pour les besoins de ce mémoire et pour à cause de contraintes opérationnelles, les PD et COD des obligations souveraines seront extraits du fichier EIOPA en considérant que les dettes d'état se comporterait de la même manière que celles corporates financières de même rating et maturité.

L'application de la méthode alternative (deuxième approche) permet d'obtenir les nouveaux IER Risk correction suivants :

IER	Govies	Corporate
Approche 1 $IER_{RiskCorrection}$	0,84%	2,91%
Approche 2 $IER_{RiskCorrection}$	0,59%	3,47%

Cette nouvelle méthode plus Market-consistant ne modifie que les risk correction avec des spread constants. Les nouveaux IER Risk Correction sont :

- ◊ Plus élevés sur les corporates du fait d'un RC plus faible et d'un  $yield_{Marketcorrection}$  en augmentation

- ◇ Plus faibles sur les govies expliqués par un RC en hausse et d'un  $yield_{Marketcorrection}$  en baisse.

Ces nouveaux IER auront tendance à augmenter le Spread Govies et à baisser les spread corporates comme le montre le tableau ci-dessous :

Estimation	Poids	RC Approche 1	RC Approche 2
Govies	60%	0,10%	0,35%
Corporate	18%	1,12 %	0,55%

Au vu de la pondération des poids des dettes govies et corporates, une variation à la hausse des RC est attendue ce qui entraînerait une diminution du Spread comme le montre les résultats agrégés du spread portefeuille sont détaillées ci-dessous :

Résultats en bps	Méthode 1 VA Adaptée	Méthode 2 Alternative RC	Variation
S	116,69	116,69	-
RC	25,59	30,90	+5,3
S - RC	91,09	85,8	-5,3
65% . (S - RC)	59,2	55,7	-3,4

Comme attendu, la prime d'illiquidité de la poche obligataire baisse de -5,3 bps et de -3,4 bps après application du coefficient de 65%. La variation de la prime d'illiquidité avec la nouvelle méthode MC n'est que de -3 bps.

Pour des raisons de matérialité et de simplicité opérationnelle, la compagnie X choisit d'utiliser la méthode du VA adaptée sans considérer la méthode alternative RC. → D'autres méthodes sont explorées par la compagnie X avant de conclure sur la méthode à retenir.

#### 4.4.3 Méthode Simplifiée - Approche 3 et 4

Divers évaluations et analyses d'impact nommées "QIS"<sup>5</sup> ont contribué à l'élaboration de solvabilité II. Une de ses études ([QIS 5 Technical Specification Risk-free interest rates CRO Forum](#)) [3] réalisée par le CFO Forum a conclu sur la nécessité de déterminer une prime d'illiquidité qui viendrait en top de la courbe de taux sans risque. La formule suivante a été proposée :

$$Prime\ Illiquidite = \max(x\% \cdot (Spread - y); 0)$$

où

- Spread = Yields - taux sans risque
- x = 50 % et y = 40 bps avec x et y paramètres constants déterminés par l'étude afin de corriger le risque de défaut

Cette méthode simplifiée nommée "Proxy" a été appliquée sur le portefeuille obligataire de la compagnie X suivant deux approches :

---

5. Quantitative Impact Studies

1. **Approche 3 - Réelle** : Méthode proposée par le QIS5, la prime d'illiquidité est calculée sur la base d'actif ligne à ligne. La prime d'illiquidité finale correspond à la moyenne pondérée des spreads par le poids des obligations en portefeuille soit :

$$Prime\ Illiquidite = \frac{\sum_i [\max(x\% \cdot (Spread_i - y) ; 0) * Market\ Value_i]}{Market\ Value_{portefeuille}}$$

2. **Approche 4 - Modifiée** : Méthode simplifiée modifiée. Le Spread n'est pas calculée ligne par ligne mais est égal à un spread moyen Govies et Corporate tels que calculé via la méthode VA adapté (cf.1). La prime d'illiquidité finale est égale à la formule suivante :

$$Prime\ Illiquidite_j = \max(x\% \cdot (Spread_j - y); 0)$$

$$Prime\ illiquidite = w_{govies} \cdot Prime\ illiquidite_{govies} + w_{corporate} \cdot Prime\ illiquidite_{corporate}$$

avec

- S = Spread moyen tels que calculé par l'approche VA adapté
- j = govies ou des corporates,
- w = poids de la poche govies ou corporate

Les deux approches proposées permettent d'aboutir aux résultats suivants :

en bps	Approche 3 Proxy - Reel	Approche 4 - Proxy Modifiée
Prime illiquidité	37,29	42,84

Ces deux méthodes "proxy" permettent d'aboutir à une prime d'illiquidité autour de 40 bps. Cette prime est moins élevée que celle obtenu via la méthode VA et est moins avantageuse pour l'évaluation des engagements de passifs comme le montre le tableau ci-dessous :

en bps	VA Adaptée	Approche alternative	3 - Proxy	4 - Proxy Modifiée
Prime illiquidité	59,21	55,76	37,29	42,84
Écart avec VA adaptée		-3,45	-21,92	-44,51

Cette méthode avec les deux approches est facile à mettre en œuvre et est calibrée sur le portefeuille d'actif. Toutefois :

- ◇ Elle n'est pas market-consistant, les paramètres x et y permettant de corriger le risque de crédit sont fixes et ne s'adaptent pas au contexte économique ni à une mesure moyenne du risque de crédit
- ◇ Elle convertit le spread de liquidité actif en un spread passif via le coefficient de passage de 50% qui est toujours forfaitaire.
- ◇ Elle aboutit à des résultats plus approximatifs et moins intéressants pour les assureurs dans le cadre de l'estimation des flux actualisés de passifs.

Ainsi, la méthode proxy devrait être plus utilisée afin de calculer des sensibilités et des études d'impacts qu'être retenue pour calibrer une prime d'illiquidité IFRS17.

→ Au vu des différentes méthodes proposées et des différentes mesures de primes d'illiquidité, la compagnie X choisit de retenir la première approche du VA adaptée sur son portefeuille d'actif mais de challenger le 65% (cf partie 4.7). Les diverses autres méthodes proposées permettront de mesurer les sensibilités du passif à la courbe des taux avec différents niveaux de liquidité.

→ Après avoir estimé et choisi une méthode d'estimation de la prime d'illiquidité sur la poche obligataire. La question se pose sur la nécessité d'une mesure d'illiquidité sur les autres classes d'actifs ?

La seconde partie de ce chapitre se consacrera à la définition des méthodes et à la calibration d'une prime sur les autres classes d'actifs illiquides si nécessaire.

## 4.5 Mesure de l'illiquidité des autres classes d'actifs :

Cette partie évoquera la mesure de l'illiquidité sur les autres classes d'actifs<sup>6</sup>.

### 4.5.1 Besoin d'une prime sur les actifs diversifiés

Le portefeuille des compagnies d'assurances vie ne se limite pas aux actifs obligataires. Les assureurs ont vocation à investir en immobilier, en actions, en private equity et en infrastructure. Ces derniers sont adossés aux passifs et font partie intégrante des stratégies de couverture et d'investissement.

Au vu des rendements apportés par ces classes d'actifs, des chocs S2 réduits pour les equity long terme ou les infrastructures (un stress de 22% contre 39% ou 49% pour les actions), les assureurs sont encouragés à investir dans des actifs diversifiés. Le poids des autres classes d'actifs ne cesse d'augmenter d'année en année avec l'explosion des start-ups et des fonds en infrastructures conjuguée aux rendements obligataires négatifs entre 2019-2022.

Ainsi, l'estimation d'une prime d'illiquidité pour la totalité des classes d'actifs permet de tenir compte de l'ensemble des caractéristiques du portefeuille des assureurs et de leur stratégie.

Toutefois, afin de pouvoir mesurer une prime d'illiquidité sur les actifs diversifiés et de bénéficier de celle-ci dans la courbe des taux, il est important de démontrer que les actifs sont détenus jusqu'à échéance et que les stratégies de détention ne varient pas en cas de situation de marché défavorable. Ce point devra faire l'objet d'une gouvernance et d'un suivi

---

6. Autre que la poche obligataire

annuel pour veiller au respect de cette allocation.

#### 4.5.2 Prise en compte des actifs diversifiés

Une fois toutes les conditions remplies, la prime d'illiquidité potentielle sur les actifs diversifiés viendrait en top de la prime d'illiquidité obligataire selon la formule suivante :

$$Prime_{Illiquidite\ Portefeuille} = Prime\ Illiquidite\ Obligataire + Prime\ illiquidite_{Autres\ Actifs\ illiquides}$$

Soit

$$PI = w_{gov} \cdot PI_{govies} + w_{corp} \cdot PI_{corp} + \sum_i w_{i\ actifs} \cdot PI_{i\ Autres\ actifs}$$

Toutefois, Il est important de noter que les actifs diversifiés ne sont pas tous illiquides :

- ◇ Les actions cotés ou la trésorerie sont valorisés quotidiennement et peuvent être échangés de façon quasi-instantané.

Contrairement aux actifs cotés, les actifs non cotés comme les privées equity, infrastructures ou l'immobilier sont illiquides par définition. En effet, ils ne sont pas échangeables rapidement à court-terme sans provoquer une perte de valeur.

En reprenant l'exemple de la compagnie X, l'analyse de ses actifs montre que l'assureur X détient plus de 20 % d'actifs en actions et en immobilier comme le montre le tableau ci-dessous :

Typologie d'actifs	Valeur de marché en M€	% Poids
Obligations d'Etat	600	60 %
Obligations Corporate	175	18 %
Actions (dont Private Equity)	175	18%
Property	45	5%
Tresorerie	5	1%

Sur ces actifs diversifiés, seule une proportion limitée de 13 % est caractérisée par son illiquidité :

Typologie d'actifs	Valeur de marché en M€	% Poids	Liquidité
Actions cotés	100	10%	Très liquides
Private Equity	75	8%	Illiquide
Property	45	5%	Illiquide
Tresorerie	5	1%	Très liquides

Pour mesurer l'illiquidité des sous-classes d'actifs diversifiés, des méthodes d'estimation existent. La méthode via le ratio de Sharpe sera explicitée ci-dessous.

### 4.5.3 Ratio de Sharpe

- **Définition**

Le ratio de sharpe est une métrique permettant d'estimer la surperformance d'un instrument financier par rapport au taux sans risque via la formule suivante[17] :

$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{E[R] - TSR}{\sigma}$$

avec

- $E[R]$  correspond à l'espérance du rendement de l'instrument financier
- TSR : Le taux sans risque. Les taux swaps EIOPA peuvent être retenus.
- $\sigma$  : La volatilité du rendement de l'instrument financier

Cette mesure permet d'appréhender le couple rendement/risque et d'identifier si un instrument financier surperforme par rapport aux taux swaps au regard du risque entrepris. Son analyse se fait de la manière suivante :

Ratio de Sharpe	Analyse
Ratio < 0	Le TSR a plus de rentabilité, l'investissement n'est pertinent
0 < Ratio < 1	Le rendement n'est pas assez important par rapport au risque
Ratio > 1	Le rendement est intéressant par rapport au risque entrepris

- **Adaptation au calcul de la prime d'illiquidité**

Dans le cadre de l'estimation de l'illiquidité des actifs diversifiés, une adaptation de cette mesure est réalisée selon les étapes suivantes :

$$Yield = TSR + Spread \tag{4.1}$$

Le spread peut aussi s'écrire :

$$E[R] - TSR = \text{Ratio de sharpe} \cdot \sigma \tag{4.2}$$

Par conséquent, le rendement s'écrit de la façon suivante :

$$Yield = TSR + \text{Ratio de sharpe} \cdot \sigma \tag{4.3}$$

Pour un actif totalement liquide, le spread ne contient que la composante de risque tel que :

- ◇  $Yield_{Instrument \text{ Liquide}} = TSR + Spread_{risque}$
- ◇  $Yield_{Instrument \text{ Liquide}} = TSR + RS_{Instrument \text{ Liquide}} \cdot \sigma_{Instrument \text{ Liquide}}$

Pour un actif illiquide, le spread intègre en sus de la prime de risque, une composante d'illiquidité telle que :

$$Spread_{risque} + Spread_{Illiquidite} = RS_{Instrument\ illiquide} \cdot \sigma_{Instrument\ illiquide}$$

Par conséquent, le rendement d'un actif illiquide peut s'écrire de la façon suivante :

$$Yield = TSR + \underbrace{\sigma_{illiquide} \cdot (RS_{illiquide} - RS_{liquide})}_{Spread\ Illiquidite} + \underbrace{\sigma_{illiquide} \cdot RS_{liquide}}_{Spread\ de\ risque} \quad (4.4)$$

La prime d'illiquidité peut être ainsi approchée via la formule démontrée :

$$\sigma_{illiquide} \cdot (RS_{illiquide} - RS_{liquide}) \quad (4.5)$$

L'estimation de ces différentes composantes permettra de mesurer la prime d'illiquidité sur les actifs diversifiés comme le private equity ou property.

### • Choix des indices

Afin d'estimer la surperformance d'illiquidité avec le ratio de Sharpe, des indices de références listés et non-listés par typologie d'actifs sont sélectionnés comme :

- L'indice MSCI<sup>7</sup> Europe Infra représentant les infra coté de référence publié par la plateforme MSCI
- L'indice INREV publié par la plate-forme leader sur les données financières du marché de l'immobilier non-côté
- Les indices Infra 300 de L'EDHEC qui est un provider de référence des données financières sur l'équity et les infrastructures
- Les indices du prix du m<sup>2</sup> des anciens appartements pour l'immobilier listés
- Les indices LPX Major Market Listed Private Equity pour les privées equity listés

Ces indices doivent être corrélés aux actifs du portefeuille de la compagnie par typologie. Ils vont représenter respectivement les instruments liquides et non liquides permettant d'extraire les yields et les différents écart-types. De ce fait, seuls les indices très corrèles aux rendements du portefeuille doivent être retenus.

Dans le cadre de l'étude de ce mémoire, le choix s'est arrêté sur les indices cotés et non cotés suivants :

---

7. Morgan Stanley Capital International

Typologie Actif	Indice	Cotation
Immobilier	Lyxor STOXX Europe 600 Real Estate	côté
Private Equity et Infrastructures	MSCI Europe Infrastructure	côté
Immobilier	Investors in Non-Listed Real Estate Vehicles	non côté
Private Equity Infra	Edhec Infra 300	non côté

Les indices et les données de rendements sont retenus sur un historique de 5 ans. En effet, les fonds en infrastructures et de private equity ont des maturités moyennes de 10 ans et l'espérance de leur rendements attendus devient perceptible au bout de 5 ans. De ce fait, la prime d'illiquidité sera calibrée sur l'intervalle des 5 dernières années. L'utilisation d'un historique plus profond ne serait pas pertinente au vu du manque de données dans les providers à disposition au-delà de cet horizon.

→ Dans le cadre de ce mémoire, le choix de indices et d'une typologie unique (Equity et Infrastructure) a dû se faire pour des raisons opérationnelles et contractuelles. En effet, les éditeurs de certains indices ne sont pas disponibles au sein de l'entreprise. Seuls les markets data extraits de Reuteurs pour le côté ou celles disponibles en libre-service pour le non cote ont été retenues.

#### • Critique de la méthode

L'approche induite par le ratio de Sharpe permet d'estimer un niveau d'illiquidité des actifs diversifiés et tenir compte de l'ensemble des caractéristiques du portefeuille d'actif adossée au passif pour approximer la mesure de l'illiquidité. Certains analystes pourraient penser que l'approche suggérée permet plutôt de mesurer une prime de risque.

Actuellement, il n'existe pas de méthodologies unanimement consenties pour estimer une prime d'illiquidité sur des actifs à revenus variables sans maturité définie. Toutefois, les investissements en private equity et infrastructures se font généralement sur un horizon long-terme (5 à 10 ans minimum) sans possibilité de cession immédiate ce qui induit une prime d'illiquidité. Le marché s'accorde sur l'illiquidité de ces actifs diversifiés. Et le ratio de sharpe représente la meilleure méthodologie existant à date permettant d'approcher l'illiquidité des autres actifs faute de trouver une approche plus adéquate.

### 4.5.4 Application

#### • Ratio de Sharpe

Les extractions des indices sur les 5 dernières années permettent d'obtenir les rendements et les écart-types suivants :

%	Europe 600	MSCI Infra	INREV	Infra 300
Rendement	8	7,49	1,90	3,41
Ecart-type	10	13,78	1,04	4,46

En déduisant le taux sans risque moyen de 5 dernières années égal à -0,46%, les ratios de Sharpe suivants sont calculés :

Résultats	Europe 600	MSCI Infra	INREV	Infra 300
Ratio de Sharpe	0,84	0,58	2,27	0,87

Les ratios de Sharpe permettent d'aboutir aux primes d'illiquidités sur les poches Immobilier et Private Equity/Infra :

en bps	Immobilier	Private Equity & Infra
Prime d'illiquidité	149	217

La prime d'illiquidité finale sur les actifs diversifiés est obtenue en pondérant par le poids de la typologie des actifs soit 5% pour les property et 8% pour les private equity :

Résultats en bps	Actifs diversifiés
Prime d'illiquidité	24,84

La prime d'illiquidité ainsi obtenue sur les actifs diversifiés n'est pas neutre et pourrait avoir des impacts significatifs sur la valorisation des engagements de l'assureur ce qui sera démontrée par la suite.

## 4.6 Passage de l'actif au passif et Impact par périmètre :

Les parties précédentes ont présenté le coefficient de passage de 65% préconisée par l'EIOPA pour le calcul du VA. Toutefois, ce paramètre est forfaitaire et est calibré sur le portefeuille de référence européen. Il convient ainsi de prendre en compte des spécificités du passif d'assurance pour l'estimation de ce facteur.

Dans le cadre de la révision SII, l'EIOPA a préconisé divers facteurs d'ajustements par bucket comme le montre le tableau ci-dessous :

N° Bucket	Coefficient	Type de Contrats
Bucket 1	100%	Contrats sans clause de sortie (e.g Rentes)
Bucket 2	75%	Contrats avec clause de rachats (Contrats d'Epargne avec PB)
Bucket 3	50%	Autres contrats (Non vie, Vie sans PB)

L'EIOPA recommande ensuite d'appliquer le coefficient égal à la moyenne pondérée des BE aux différents buckets. Cette approche est mieux adaptée aux engagements de passifs que l'approche forfaitaire avec le coefficient de 65 %. Un unique coefficient serait toujours utilisé pour l'ensemble des passifs. Cette approche est à recommander si une unique courbe IFRS17 est retenue pour l'ensemble des périmètres.

Cette courbe unique ne prend pas en compte les spécificités de chaque passif. Elle viendrait de facto sous-estimer la prime d'illiquidité retenue sur l'épargne, par la pondération des buckets, où les passifs sont longs et très sensibles à la courbe de taux et viendrait sur-estimer la prime sur la prévoyance et l'emprunteur où les contrats sont très liquides et plus courts.

→ Il serait plus judicieux de retenir une mesure de l'illiquidité spécifique par périmètre comme détaillé ci-dessous :

- **Epargne - Retraite**

Sur les périmètres long-terme comme l'épargne-retraite, les contrats ont des maturités longues avec des clauses de sorties spécifiques (si elles existent). Plus l'engagement est long et ses flux sont certains, plus il est illiquide.

Les stratégies d'investissement et d'allocation d'actifs sont réalisées afin que le portefeuille d'actif soit adossé aux spécificités des flux attendus du passif à chaque pas de temps pour chacun des scénarios financiers. Pour ce faire, les différentes stratégies d'investissement réalisent très souvent des ventes obligataires limitées pendant la projection en commençant par les obligations à courte durée. Les algorithmes cherchent à maintenir les actifs à maturité sans désinvestissement. Cette approche permet déjà de reconnaître la prime d'illiquidité de l'actif et de renforcer l'idée que la prime d'illiquidité du passif peut être déduite de celle reconnue sur l'actif.

Les actifs d'une compagnie d'assurance sont généralement plus courts que les engagements d'assurance sur ces périmètres. La prime d'illiquidité estimée à partir d'un portefeuille répliquant le passif (ayant des propriétés équivalentes aux engagements) devrait être plus élevée que celle calculée sur les actifs détenus par la compagnie. La prime d'illiquidité du passif devrait correspondre à minima à celle de l'actif, faute de pouvoir déterminer directement l'illiquidité du passif :

$$Illiquidite_{Actif} = Illiquidite_{Epargne} \quad (4.6)$$

Par ailleurs, des études sur sensibilité du passif à des stress techniques de rachats et de sinistralité montrent que les engagements sont peu volatiles. Le tableau ci-dessous affiche les sensibilités de la MCEV de CNP Assurances à des chocs techniques au 31 décembre 2021 :

En (M€)	MCEV	% Variation
Scénario Central	16 256	
Rachat -10%	3	+0,01%
Mortalité + 5%	+142	+0,9%
Longévité - 5%	-242	-1,5%

Ces variations montrent que les passifs sont peu variables et que des chocs extrêmes n'engendreraient pas en théorie un changement de stratégie financière ou des désinvestissements afin de couvrir les nouveaux flux attendus. Il ne serait donc pas nécessaire d'effectuer des ventes d'actifs forcées afin de répondre à des chocs techniques importants. Cette analyse permettrait de confirmer la position et de supposer que la prime d'illiquidité du passif serait égale à celle estimée sur l'actif.

Il est à noter que dans la pratique, chaque assureur a un passif avec des caractéristiques propres réagissant différemment aux stress techniques ou économiques, et que la composition de l'actif dépend de la stratégie retenue par la compagnie en fonction de son appétence pour le risque, de ses anticipations et de son business plan. Certains assureurs ont des passifs très sensibles aux stress de taux (des chocs à plus de 100bps) et pourrait subir de conséquents rachats conjoncturels en étant obligé à faire des ventes forcées à cause de stress de taux.

→ la courbe des taux IFRS17 sur l'épargne sera construite à partir de l'intégralité de la prime illiquidité estimée sur l'actif de la compagnie.

#### • Autres périmètres

Sur les périmètres déterministes tels que l'emprunteur, la caution ou la prévoyance, les contrats sont généralement liquides en étant soit courts, soit transférables. A titre d'exemple, sur l'emprunteur ou la caution, au vu des différentes lois mises en vigueur ces dernières années (Hamon, Bourquin, Lemoine), les assurés peuvent résilier à tout moment leur assurance.

Pour ces périmètres, il conviendrait de retenir une prime d'illiquidité reflétant le caractère très liquide et non prévisible des passifs. Celle-ci serait moins importante que la PI Epargne. Trois approches se distinguent :

- ◇ Ne pas retenir une prime d'illiquidité en appliquant un coefficient égal à 0%. L'approche la plus prudente au vu de la liquidité et de la prédictibilité des flux.
- ◇ Retenir 50% de la PI estimée sur l'actif en appliquant le coefficient du bucket 3 proposé de l'EIOPA,
- ◇ Retenir une prime d'illiquidité forfaitaire (e.g un pourcentage du VA EIOPA)

Comme les passifs des garanties citées n'ont pas d'interaction avec l'actif, l'impact de la prime d'illiquidité se limite à l'effet de l'actualisation. Ce dernier conjugué à une durée relativement courte engendre une faible sensibilité des engagements des assureurs à la courbe

des taux.

Ces arguments ont convaincu plusieurs acteurs de ne pas retenir une prime d'illiquidité sur ces périmètres et de retenir une courbe de taux sans risque équivalent à celle sous Solvabilité II. Cette approche peut être acceptée du fait de la faible matérialité de la PI sur le BE/PVFCF. Toutefois, ce choix pourrait être en contradiction avec l'article B80 de la norme[12] :

L'entité peut donc, dans le cas des flux de trésorerie de contrats d'assurance qui ne varient pas en fonction des rendements d'éléments sous-jacents, déterminer les taux d'actualisation **en ajustant une courbe de taux sans risque liquide pour tenir compte des différences entre les caractéristiques de liquidité des instruments financiers qui sont à la base des taux observés sur le marché et celles des contrats d'assurance (approche ascendante).**

Une lecture restrictive montre que d'un point de vue normatif il serait compliqué de défendre cette position. En effet, les passifs d'assurance devraient être actualisés sur la base d'une courbe sans risque augmentée d'une prime d'illiquidité non nulle.

Par construction, le passif d'une compagnie d'assurance est illiquide contrairement aux actifs de type actions, OAT. Les contrats d'assurances n'ont pas de prix observables sur le marché permettant une cession rapide et liquide et sont donc difficilement rachetables par un tiers.

→ Sur les autres périmètres sans interaction actif-passif, les différentes positions sont défendables. Les différents choix de place seront détaillés dans la partie 5.

## 4.7 Prime d'illiquidité Finale :

Les différentes méthodologies présentées lors des précédentes sections permettent d'obtenir les primes d'illiquidités pondérées suivantes :

Typologie d'actifs	% Poids	Prime illiquidité pondérée en bps
Obligations d'Etat et Corporate	78 %	91,09
Private Equity & Infrastructures	8%	17,37
Property	5%	7,45
Actions	10 %	0
Trésorerie	1%	0

En appliquant la formule de la prime d'illiquidité actif suivante :

$$PI = w_{gov} \cdot PI_{govies} + w_{corp} \cdot PI_{corp} + \sum_i w_{i_{actifs}} \cdot PI_{i_{autresactifs}}$$

La prime d'illiquidité finale sur l'ensemble des actifs du portefeuille est égale à :

en bps	Prime d'illiquidité
Résultat	116

La prime d'illiquidité de 116 bps est celle qui sera ajoutée en intégralité à la courbe des taux sans risque sur l'épargne retraite.

→ Dans les parties suivantes, cette mesure sera intégrée afin d'obtenir une courbe des taux IFRS17 en méthode ascendante. Les impacts de cette prime sur les différents indicateurs IFRS17 seront étudiés.

## Prise en compte de la PI dans la courbe IFRS17

Les parties précédentes ont traité notamment de :

- ◇ La courbe des taux sans risque et les différentes méthodes d'extrapolation
- ◇ La mesure de la prime d'illiquidité et des différentes approches pouvant être retenues.

Les méthodes présentées dans les chapitres ci-dessus ont pour objectif de définir les orientations à suivre pour déterminer une mesure adéquate de l'illiquidité des engagements et du calcul de la courbe des taux IFRS17. Toutefois, les différentes approches n'ont pas totalement de consensus de place ce qui ouvre le champ à différentes positions dûment documentées et justifiées par chacun des acteurs.

Ainsi, avant d'estimer une courbe des taux IFRS17 avec la méthodologie proposée par ce mémoire, il est important de faire un focus sur les approches utilisées par les différents acteurs européens.

### 5.1 Diverses solutions retenues en Europe

A date et lors de la rédaction de ce mémoire, les assureurs s'orienteraient vers l'approche Bottom-up. Cette partie se consacrera sur les méthodologies envisagées pour la méthode ascendante. Les points d'attentions sont les suivants :

- ◇ Courbe des taux sans risque et de son extrapolation
- ◇ Choix des actifs et approche pour l'estimation de la prime d'illiquidité
- ◇ Prise en compte des degrés d'illiquidité des passifs

#### 5.1.1 Courbe des taux sans risque

La courbe des taux sans risque utilisée pour les besoins d'IFRS17 fait quasiment l'objet d'un consensus. Dans un contexte multinormatif (S2 et IFRS17), les acteurs européens cherchent notamment à minimiser les contraintes opérationnelles et à agréger au mieux les calculs et les processus de production.

Pour ce faire, la majorité des assureurs européens s'appuient sur la production S2 en :

- ◇ utilisant la courbe des taux swaps EIOPA,

- ◇ corrigeant le CRA jusqu'au passage à l'OIS,
- ◇ extrapolant via la méthodologie FSP avec :
  - First Smoothing point à 20 ans
  - UFR S2 avec/sans le palier de 15 bps
  - un alpha entre 10% et 20%

Certains acteurs minoritaires ont choisi de rester pour le moment sur l'extrapolation via Smith-Wilson ce qui est en ligne avec leurs processus de production S2.

Toutefois, la méthodologie de construction d'une courbe de taux sans risque Solvency 2 n'est pas la seule méthodologie utilisée à l'échelle européenne. En effet, certains acteurs s'affranchissent des taux swaps et utilisent d'autres données de marchés comme les yields d'obligations d'états selon la devise, la disponibilité et la liquidité associée. Ces acteurs extrapolent leurs données ensuite via Nelson-Siegel en retenant des paramètres propres à leur données/portefeuille.

→ L'ensemble des solutions permettent d'obtenir une courbe de taux sans risque. Le point clé dans le cadre d'IFRS17 est d'intégrer une prime d'illiquidité aux taux sans risque retenus pour l'approche bottom-up.

### 5.1.2 Prime d'illiquidité

La méthodologie choisie par les acteurs sur la prime d'illiquidité ne fait pas l'unanimité. Les positions sont différentes entre le choix des actifs, l'approche, la manière de prendre en compte la liquidité des passifs et la profondeur de l'historique pour la calibration de la PI si nécessaire.

#### • Choix des actifs

Le choix du portefeuille d'actifs et de la typologie retenue sont des facteurs primordiaux pour la mesure de la prime d'illiquidité.

Pour cette estimation, les acteurs européens choisissent soit le portefeuille de référence EIOPA soit leur portefeuille d'actif. Sur ce dernier, les options suivantes se distinguent :

- ◇ Option 1 - Les acteurs choisissent de s'appuyer que sur leur portefeuille obligataire (Obligation souveraines et orporates)
- ◇ Option 2 - Les acteurs retiennent les actifs obligataires ainsi que les actifs diversifiés tels que les actifs immobiliers, les actifs non-côtés, les infrastructures.
- ◇ Option 3 - Le portefeuille d'actif complet

Il est à noter que certains acteurs minoritaires retiennent une approche hybride. Le point de départ est le portefeuille de référence de l'EIOPA mais pondéré selon les actifs obligataires détenus par la compagnie.

→ Les options 2 et 3 sur l'actif en détention sont à privilégier comme argumenté dans les parties précédentes.

- **Approches**

Les approches choisies dépendent fortement du choix des actifs retenus.

Sur la poche obligataire et peu importe le portefeuille de référence, la méthodologie à adopter est similaire. L'approche utilisée correspond à la méthodologie de l'EIOPA pour le VA ou à une version alternative de celle-ci. Les spreads obligataires sont corrigés de l'évaluation du risque de crédit avec les LTAS et PD EIOPA.

Certaines compagnies retraitent le risque de Credit de manière différente en se basant sur les Loss Given Default **LGD** définies sous solvabilité II.

Ensuite, les spreads obtenus selon le portefeuille de référence choisi sont pondérés soit par leurs poids des obligations dans le portefeuille d'actif, soit par leur poids normalisé pour que cela soit équivalent à 100% des actifs.

Concernant les actifs diversifiés, certains acteurs ne mesurent aucune prime d'illiquidité sur cette typologie d'actif et ne sont pas convaincu par l'idée de le faire. S'il advient que les actifs diversifiés soient pris en compte, aucune méthodologie ne fait l'unanimité pour estimer une prime d'illiquidité sur des actifs à revenus variables sans maturité définie. Les acteurs retiennent soit :

- ◇ Une méthodologie dérivée du ratio de Sharpe (cf. partie 4.6) en utilisant un historique de données de marché profond d'au moins 5 ans,
- ◇ Une méthodologie simplifiée en calculant la différence du rendement de l'actif et du taux sans risque de l'horizon de détention (par exemple 5 ans),
- ◇ Une méthodologie basée sur le Medaf (Modèle d'évaluation des actifs financiers) où le taux de rendement espéré d'un instrument financier dépend de son niveau de risque. Cette méthode se rapproche de celle adoptée via le ratio de Sharpe et est détaillée en annexe.

Certains analystes pourraient penser que les approches suggérées ne sont pas totalement fiables et permettent plutôt de mesurer une prime de risque. Ce point de vue est défendable. Toutefois, à date, les méthodologies proposées sont les meilleurs à date. Cette notion d'illiquidité sur l'actif diversifié est nouvellement appliquée par les assureurs. Les approches adoptées ne sont pas encore à mature et pourraient évoluer pour les prochaines clôtures.

- **Prise en compte des degrés de liquidités des passifs**

La prise en compte des degrés de liquidités des passifs diffère pour chaque compagnie. Le ratio de passage de l'actif au passif varie en 0% et 100%<sup>1</sup>. Ce choix dépend du cadre de l'utilisation de la courbe. En effet, certains assureurs utilisent une courbe de taux unique pour l'ensemble des périmètres ou une courbe spécifique à chaque garantie.

---

1. Même si les analyses de ce mémoire montrent que la PI passif peut être supérieure à celle de estimée sur l'actif

Par conséquent, si la compagnie utilise une unique courbe pour l'ensemble des garanties, un unique ratio pondérée est utilisé. Il est calculé avec l'aide des illiquidy Bucket SII et est pondéré selon le poids de chaque garantie des passifs en détention.

Dans le cas contraire, le coefficient est propre à chaque périmètre :

◇ Épargne-retraite,

- les assureurs ont tendance majoritairement à appliquer directement la prime estimée sur le portefeuille d'actifs,
- Certains acteurs appliquent les coefficients fournis par les buckets SII
- Certains acteurs appliquent le 65% proposé par l'EIOPA
- Certains acteurs appliquent le coefficient correspondant au ratio de la duration actif sur la duration passif.

◇ Autres garanties,

- 50% de la PI selon le bucket 3 SII.
- un ratio dérivé du VA EIOPA
- pas de prime d'illiquidité en justifiant la liquidité du périmètre.

## • Conclusion

Les solutions de place retenues pour la mesure de la prime d'illiquidité sont propres à chaque compagnie. Le point clé est de démontrer que l'approche retenue est économique et est en ligne avec le portefeuille d'actif, la stratégie de la compagnie, le profil des engagements de passifs.

Ce point d'attention est notamment important pour l'estimation de l'illiquidité des actifs diversifiés où la démonstration d'une détention long-terme de cette classe d'actif pérenne est indispensable pour pouvoir bénéficier de la prime induite.

## 5.2 Prise en compte de la prime d'illiquidité dans l'extrapolation

L'objectif de cette partie est de détailler comment la prime d'illiquidité est prise en compte dans la courbe des taux IFRS17 et dans la partie extrapolée à partir du First Smoothing point et dans le LLFR.

### 5.2.1 Méthodologie

Pour les périmètres concernés, sur la partie liquide de la courbe, la prime d'illiquidité est directement additionnée aux taux swaps jusqu'au FSP (fixé à 20 ans). Cette approche est en ligne avec celle appliquée précédemment sous Smith-Wilson et est explicitée dans le "Background document on the opinion on the 2020 Review of solvency II de l'EIOPA[8] :

**A.87 :**

The application of the volatility adjustment is similar to the current Smith-Wilson extrapolation method. However, rather than extrapolating, again, the basic risk free rate term structure after adding the VA, the VA is added to the forward rates.

**A.89 :**

This is similar to the current Smith-Wilson method where the VA is also added to the rate for the last liquid point from which the extrapolation starts.

L'EIOPA a aussi formalisé une opinion sur la manière de prendre en compte le VA ou la prime d'illiquidité dans les LLFR et à partir des FSP dans le même rapport :

**A.88 :**

The VA is also added to the last liquid forward rate, LLFR, the rate from which the extrapolation starts at the FSP, but only to the last forward rate before this FSP :

$$LLFR_{PI} = w_{20} \cdot f_{15,20,VA} + w_{25} \cdot f_{20,25} + w_{30} \cdot f_{20,30} + w_{40} \cdot f_{20,40} + w_{50} \cdot f_{20,50}$$

Ainsi, l'EIOPA recommande de ne tenir compte de la prime d'illiquidité que dans la partie liquide soit avant le FSP. La PI n'impacte l'extrapolation qu'à travers le taux forward avant le FSP et se limite aux 20 premières années.

Toutefois, la construction de la courbe des taux IFRS17 via l'approche Bottom-Up nécessite aussi une réflexion sur la prise en compte de la prime d'illiquidité dans l'extrapolation à partir du FSP.

En effet, par construction, la mesure de liquidité devrait refléter la projection des flux jusqu'à l'extinction des engagements. Les passifs d'assurances d'une compagnie d'assurance vie ont des flux à maturité très longues où certains cash-flows s'éteignent après 30 ou 40 ans.

Par conséquent, la considération d'une prime d'illiquidité dans l'extrapolation ne serait pas une option à exclure. Pour ce faire, il pourrait convenir d'ajouter la prime d'illiquidité dans le calcul du LLFR jusqu'à extinction des flux à horizon 30 ans selon la formule suivante :

$$LLFR_{PI} = LLFR + (w_{20} + w_{25} + w_{30}) \cdot \ln(1 + PI)$$

. Soit <sup>2</sup>

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

→ Par conséquent, les deux approches peuvent être considérées et seront étudiées dans les parties suivantes.

---

2. L'utilisation du logarithme permet d'être en ligne avec les formules des forwards retenues dans la méthode d'extrapolation (cf. 3.6.4).

## 5.2.2 Courbe des taux IFRS17

Cette partie se consacre à la construction des courbes de taux. Ces dernières sont estimées avec les paramètres suivants qui ont été définis lors des parties précédentes :

Paramètres	CT TSR	CT PI FSP	CT PI 30 ans
FSP	20 ans	20 ans	20 ans
UFR	3,6	3,6	3,6
$\alpha$	0.1	0.1	0.1
LLFR	-0,04	0,748	1,44
PI	0	116	116
Prise en compte PI	0	20 ans	30 ans

Ce qui permet d'aboutir à trois courbes :

- ◇ une courbe des taux sans risque
- ◇ une courbe des taux IFRS17 avec une PI intégrée jusqu'au FSP comme préconisé par l'EIOPA
- ◇ une courbe des taux IFRS17 avec une PI adossée aux flux et extrapolée jusqu'à 30 ans.

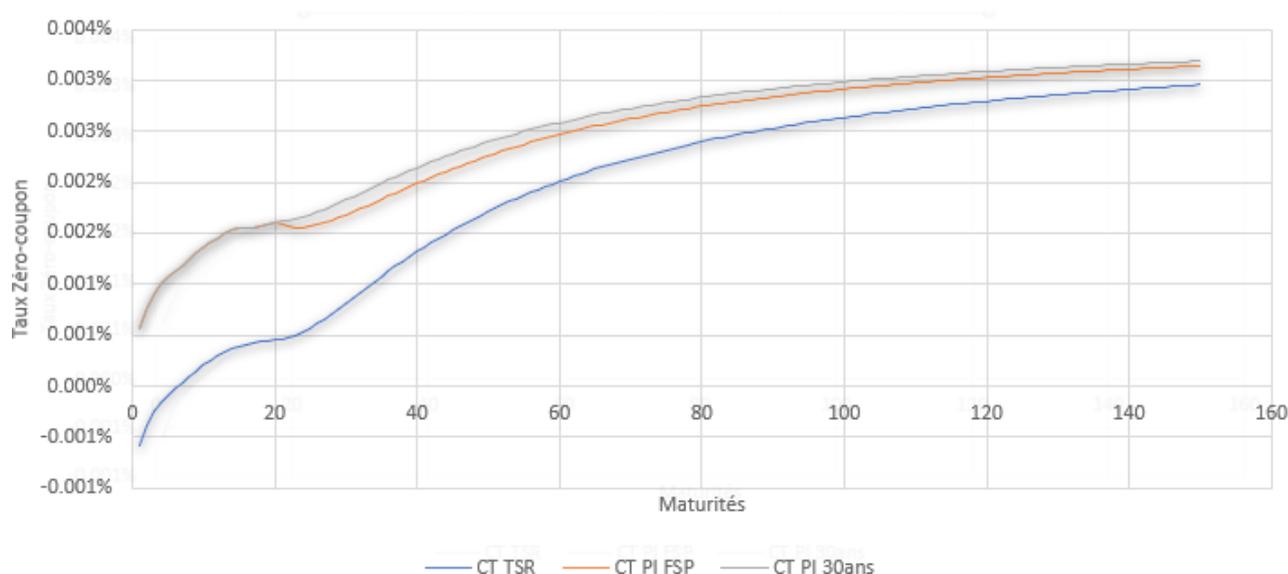


FIGURE 16 – Projection courbe des taux

Comme attendu, les courbes estimées avec les PI sont juste translatées de la prime d'illiquidité jusqu'au FSP.

Pour les courbes avec PI, l'inflexion se fait au FSP. Plus l'horizon de la prise en compte de la PI est important, plus la courbe converge rapidement vers l'UFR et moins la cassure à 20 ans est importante. Cette conséquence est due au poids des PI dans la courbe des taux comme le montre le graphe ci-dessous :

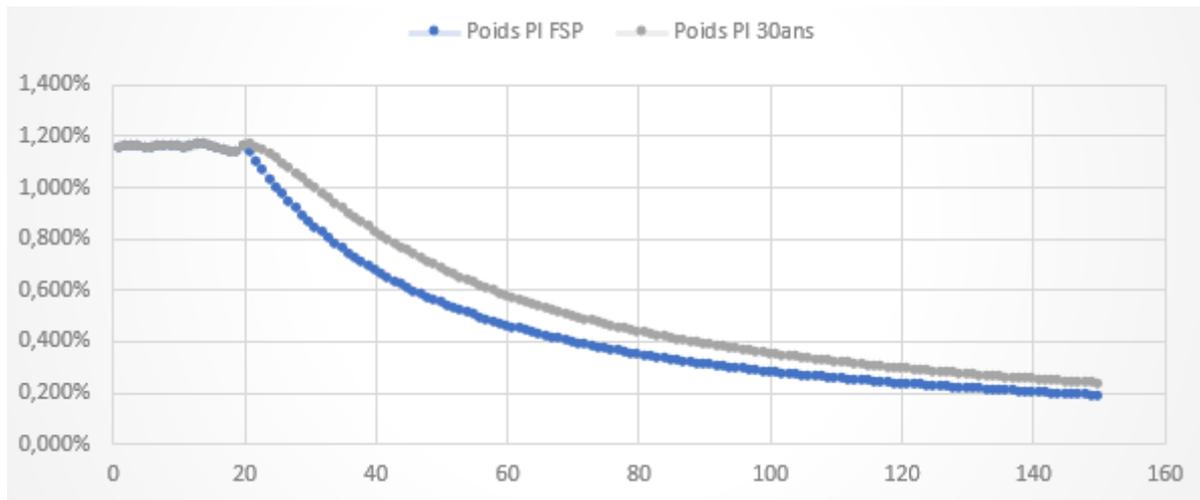


FIGURE 17 – Poids PI

Dans la suite de ce mémoire, les impacts des 3 différentes courbes seront étudiées dans le cadre d'un portefeuille d'épargne.

## Impacts de la Prime d'illiquidité sur un portefeuille Épargne

Les parties précédentes se sont concentrées sur la détermination des courbes IFRS17. Dans ce chapitre, l'impact de ces courbes sur un bilan IFRS17 sera étudié. Ce mémoire est axé sur la détermination et l'intégration d'une mesure d'illiquidité cohérente avec les passifs dans le cadre de la méthode FSP. Par conséquent, les différentes études ont pour objectif d'évaluer l'impact des courbes avec et sans PI sur le bilan IFRS17 à iso-hypothèses.

Pour ce faire, une compagnie d'assurance vie fictive est prise comme référence. Le portefeuille sera évalué sous le modèle VFA. Son bilan sera projeté avec le modèle ALM simplifié développé par les équipes de PwC en Python.

### 6.1 Présentation du modèle

#### 6.1.1 GSE - Générateur des scénarios économiques

Dans le cadre des modèles ALM, les GSE sont indispensables et définissent les différents environnements économiques conditionnant la valeur du portefeuille.

En Épargne-Retraite, la valeur des engagements de passifs a un lien direct avec les scénarios financiers projetés et les variations des actifs. L'importance des scénarios stochastiques générées par le GSE est constatée au niveau des BE à travers la TVOG (Time value of options and guarantees).

Elle est due à l'asymétrie de partage entre assureurs et assurés créée par la volatilité de l'environnement financier. Les scénarios stochastiques, à travers la diversité des situations économiques du GSE, permettent de capter ce coût. La TVOG est valorisée à partir de la différence de projections déterministes et stochastiques.

Les scénarios stochastiques issus des GSE reposent sur la diffusion de variables économiques tels que les taux d'intérêt court terme, les yields des différents actifs ou le taux d'inflation. Le modèle simplifié de PwC permet de simuler le taux d'intérêt court terme et la diffusion des rendements des actifs financiers obligataires et actions.

### • Modélisation des taux courts

Dans le cadre de cette étude, le modèle de diffusion des taux court instantané en risque neutre le plus adaptée est le modèle Hull White à un facteur grâce à l'équation différentielle suivante :

$$dr_t = (\theta_t - \alpha r_t)dt + \sigma dW_t$$

avec :

- $\alpha$  : Variable reflétant la vitesse de convergence du taux court instantané
- $\sigma_t$  : Volatilité du taux court instantané
- $\theta_t$  : Fonction déterministe d'ajustement permettant de reproduire la courbe de taux en input.
- $W_t$  : le brownien standard en t

La fonction  $\theta_t$  répond à l'équation suivante :

$$\theta_t = \alpha f_{t0} + f'_{t0} + \frac{\sigma^2}{2\alpha}(1 - e^{-2\alpha t})$$

tel que  $f_{t0}$  correspond au taux forward instantané du marché à  $t=0$  et  $f'_{t0}$  sa dérivé première.

La solution de l'équation différentielle permet d'aboutir à la formule de calcul des taux courts stochastiques.

### • Modélisation des rendements des actifs non obligataires

Le modèle simplifié simule la diffusion d'un seul indice d'actif non obligataire grâce au modèle de Black-Scholes selon la formule brownienne ci-dessous :

$$dS_t = S_t.(r_t dt + \sigma_a^2 dW_t^2)$$

avec :

- $S_t$  : Indice action en t
- $\sigma_a$  : volatilité de l'action
- $r_t$  : taux sans risque en t
- $W_t$  : le brownien en t

La dynamique de projection des indices et des taux dans les modèles sont corrèles. La modélisation du yields des actifs non obligataires est due en partie aux taux d'intérêt court instantanés à chaque pas de temps.

Les différentes variables économiques sont définies en amont de la modélisation lors de la phase de calibration. Cette dernière est indispensable afin d'obtenir des scénarios market consistant et risque neutre.

## • Calibrage et Validation des paramètres du modèle

Le processus de calibration permet de déterminer les variables en input du GSE à partir des informations du marché selon les étapes suivantes :

- ◇ Les données financières sont d'un des providers financiers (Surface de volatilité par exemple pour les swaptions)
- ◇ Les prix de marché théoriques sont recalculés à partir des modèles de Black
- ◇ Calcul des paramètres finaux du modèle de taux via une minimisation de l'écart entre les prix théoriques recalculés et les prix de marché des instruments financiers :

$$(\alpha', \sigma') = (\alpha, \sigma) \sum (Prix_i(\text{Marche}) - Prix_i(\text{Théoriques}_{Black}))$$

En univers risque neutre, les instruments de dérivés financiers sont la clé pour la calibration des modèles financiers sous réserve qu'ils soient DLT et n'offrent aucune opportunité d'arbitrage<sup>1</sup>.

Pour cette étude, les modèles de taux courts sont calibrés à partir des swaptions. La résolution de l'algorithme d'optimisation permet d'aboutir aux résultats suivants sur les swaptions :

Paramètres	Résultats en %
$\alpha$	2,06
$\sigma$	2,37

Les paramètres optimisés doivent ensuite être validés afin que les scénarios utilisés soient market consistant et risque neutre. Le caractère risque neutre des différents scénarios est démontré à travers un test de martingalité :

### • Test de martingalité

Une martingale se définit par un processus stochastique qui vérifie pour  $(M_n)_{n>0}$  :

$$E[M_{n+1} | M_0..M_n] = M_n.$$

Ce test permet de s'assurer que les projections sont bien en univers risque neutre. Pour une classe d'actif, il suffit de faire correspondre sous la probabilité risque neutre les prix des actifs avec les cash flows actualisés.

L'espérance du prix déflaté de l'actif sélectionné sous la probabilité P en t ( $t_{max} = 50$  ans) doit être égale à son prix initial (à t=0) :

---

1. L'AOA définit l'absence de stratégies financières permettant d'avoir des gains garantis en cas d'investissement nul à chaque période. Soit  $V_0$  la valeur du portefeuille en  $t_0$  et  $V_t$  la valeur du portefeuille en t :

$$AOA \equiv V_0 = 0 \rightarrow P(V_t > 0) = 0$$

$$S(0) = E^P(S(t) * D(t))$$

avec :

$S(t)$  le prix de l'actif à la date  $t$  et  $D(t)$  le prix à la date  $t$  d'un zéro coupon.

Pour vérifier cela, la loi des grands nombres est appliquée sur les nombre de scénarios tels que :

$$\bar{S}(t) = \frac{1}{S_0} * \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N D^i(t) * S^i(t)$$

Le test de la p-value permet de rejeter l'hypothèse  $H_1$  si  $p > 0.05$  :

- ★  $H_0$  - Les actifs sont martingales
- ★  $H_1$  - Les actifs ne sont pas martingales

La p-value obtenue permet de rejeter  $H_1$ . Aucune présomption n'est retenue contre  $H_0$ . Les actifs sont donc martingales..

→ Les actifs respectent le test de marginalité et l'univers risque neutre est respecté.

• Test de market consistency

Ce second test a pour objectif de vérifier que les prix théoriques du modèles sont en ligne avec les informations financières réelles. Ce contrôle devrait comparer les volatilités implicites issues des swaptions ATM obtenues à partir du modèle à celles obtenues sur le marché pour différentes maturités.

La Market Consistency et la fuite a été vérifiée sans constater d'anomalie sur la courbe des taux sans risque.

## 6.1.2 Modélisation ALM

Cette partie se focalise sur la présentation des hypothèses de projection de l'actif et du passif, l'interaction actif-passif et les caractéristiques du portefeuille d'épargne modélisé. La figure ci-dessous illustre de façon simplifiée la vision d'ensemble et le lien entre l'actif et le passif.

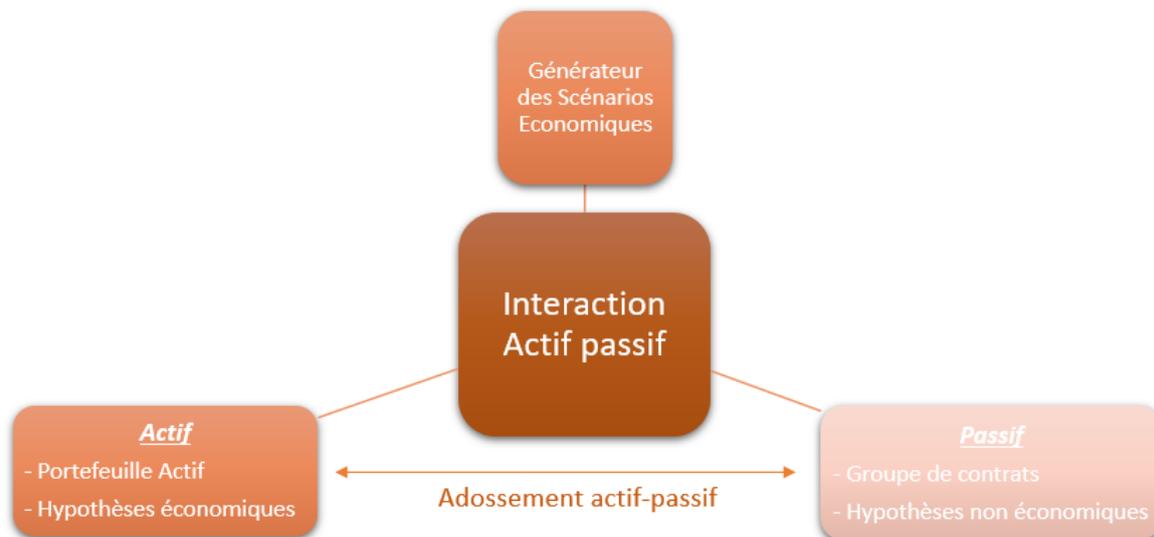


FIGURE 18 – Vue d'ensemble du modèle

- **Hypothèses de projection de l'actif**

La répartition des flux d'actif projetés par typologie est détaillée ci-dessous :

Typologie d'actifs	% Poids
Obligations - Taux fixe	78 %
Actifs diversifiés	12%
Trésorerie	1%

L'allocation est en cohérence celle présentée lors du calcul de la PI. Toutefois, elle est en vision agrégée du fait que le modèle ALM PwC ne modélise que 3 classes d'actifs.

La diffusion des taux courts et des rendements des actifs diversifiés par le GSE se fait respectivement selon les modèles de Hull & White et de Black présentés dans la partie 6.1.1.

- **Caractéristique du passif**

Le portefeuille d'Épargne de la compagnie fictive X est représenté par des model points<sup>2</sup>. Ce portefeuille sera projeté jusqu'à 60 ans et n'intégrera pas de new business (Run-off).

Dans le cadre de ce mémoire, un seul model point sera étudié. Il est valorisé au 31/12/21 et représente une seule cohorte reflétant les passifs projetés :

2. Les *Model points* caractérisent un groupe de police. Ces dernières ont été agrégés à partir de risques homogènes. Cette agrégation limite le nombre de lignes tout en permettant l'accélération du temps de calcul des projections futures plus particulièrement les modélisations stochastiques sans biaiser le résultat

Caractéristiques du model-point	Hypothèses
Genre	Homme
Age	60
Prime Annuelle	30 K€
PM initiale	1 M€
TMG	0,5%
Taux de rachat	2%
Table de mortalité	TH00-02
Souscription	01/01/2020

### • Hypothèses de modélisation des engagements de passif

La projection de cash-flow de passif se fait à travers la modélisation de plusieurs flux :

- ◇ Les primes correspondent aux versements périodiques, uniques ou libres réalisées par les assurés et qui viennent augmenter leur capital/garantie.
- ◇ Les rachats
  - ★ Rachat Structurel : correspondant aux sorties historiques du portefeuille. Ils dépendent du produit et de l'ancienneté du contrat.
  - ★ Rachats dynamiques : correspondant à des rachats liés à la conjoncture économique. Ils sont déclenchés lorsque les taux servis aux assurés sont inférieurs à un taux attendu défini par des indicateurs marchés. La loi de rachats dynamiques est encadrée par une orientation de l'ACPR.
- ◇ La mortalité correspond aux sinistres dont bénéficient les assurés. Elle est évaluée via des tables de mortalité réglementaires ou d'expérience selon le produit, la garantie (en cas de vie ou de décès) ou le sexe.
- ◇ Les taux techniques correspondent aux différents pourcentages permettant de revaloriser le stock de PM. Ces taux sont définis contractuellement et l'assureur s'engage à les verser de façon annuelle.
- ◇ Les chargements et commissions sur encours correspondent aux différents pourcentages appliqués sur les provisions mathématiques et primes perçus et augmentant la marge de l'assureur
- ◇ La participation aux bénéfices minimale est le montant minimal devant être versé aux assurés et répond à l'équation suivante :

$$PB_{min} = 85\% \text{ resultat financier} + 90\% \text{ solde technique positif}$$

- ◇ Les frais permettant de refléter les frais de gestion, frais de sinistres ou les frais d'acquisition. Ils sont exprimés en coût unitaire ou en % des encours.
- ◇ Les Provisions Mathématiques correspondent à la somme des primes versées diminuée des prestations et augmentée des PB/IT.
- ◇ D'autres provisions techniques tels que la PPE (Provision pour participation aux excédents), la RC (Réserve de capitalisation) sont aussi modélisés par l'outil.

Les principaux flux présentés permettent de modéliser le comportement des assurés jusqu'à leur sortie du portefeuille afin d'avoir une visibilité sur les différents résultats (techniques, financiers ou administratifs) et sur la valeur des engagements de passifs une fois les flux actualisés.

- **Flux ALM**

La modélisation des flux est réalisée grâce au modèle ALM. Les différents scénarii fournis par le GSE permettent de valoriser et d'aboutir à autant de situations financières que de trajectoires simulées.

Chaque scénario stochastique projeté génère des flux financiers propres. Ces derniers permettent d'assurer la créditing strategy de l'entreprise. En effet, ils permettent de revaloriser les contrats des assurés de leur TMG, de la PB minimale réglementaire et d'une participation discrétionnaire qui fluctue selon le niveau des produits financiers de l'année.

Le contexte économique de chaque trajectoire et le revenu réalisé engendrent :

- ◇ une PB minimale à servir. L'assureur doit réglementairement verser ce minimum au niveau entité quitte à puiser dans ses fonds propres si les produits financiers ne sont pas suffisants.
- ◇ un taux cible égal au taux à verser anticipé par l'entreprise selon les règles définis par la gouvernance
- ◇ un taux servi égal au taux réellement versé aux assurés que ce soit en revalorisation de la PM ou en dotation de la PPE. Il englobe la PB discrétionnaire.
- ◇ un taux attendu par l'assuré égal au taux anticipé par les assurés. Il est estimé par rapport à des taux de marché. L'écart des taux attendu et des taux servi peut déclencher les rachats conjoncturels.

- **Interaction ALM**

Les interactions actif-passif de modéliser à chaque période les étapes suivantes :

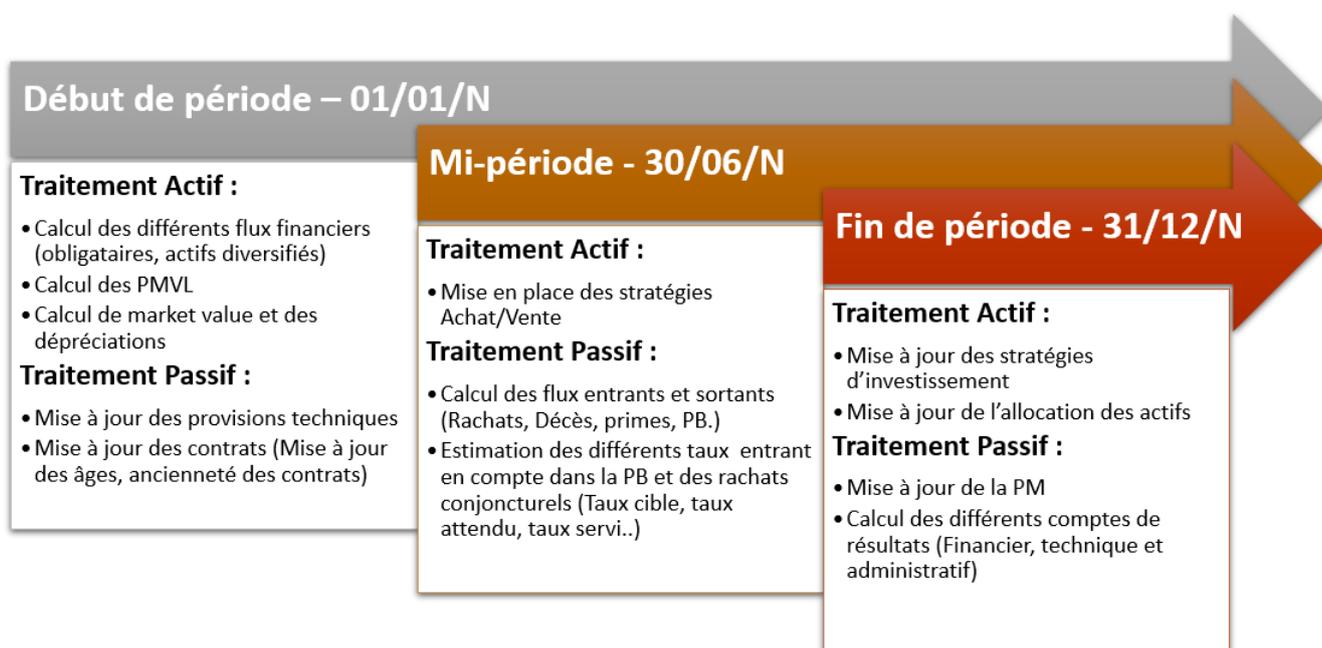


FIGURE 19 – Modélisation pas à pas

Les flux obtenus via les scénarios stochastiques permettent de déterminer la Présent Value of Future Cash-Flow correspondant à la moyenne actualisée des flux des engagements sur l'ensemble des trajectoires.

Par ailleurs, le modèle ALM assure aussi à chaque période l'adossement des actifs au passif via les stratégies d'investissement mises en place afin de respecter la construction bilantielle.

→ Les différentes sorties de modèles déterministes et stochastiques à chaque fin de période permettent de produire un compte de résultat et un bilan.

#### • Bilan et résultats

Les outputs obtenus grâce au modèle ALM sont le point de départ de la construction des comptes de résultats et du bilan IFRS17 :

- ◇ Fulfilment Cash Flows - FCF égale à la somme des PVFCF (BE) + RA (Risk Adjustment)
  - ★ Les PVFCF sont déterminés comme la somme actualisée des flux projetés
  - ★ La RA est modélisée de façon forfaitaire par l'outil et correspond à un pourcentage des prestations.
- ◇ Contractuel Service Margin - CSM correspond notamment à la Value of Inforce pour la première année de souscription.

Les outputs déterministes et stochastiques du modèle sont injectés dans un outil de reporting PwC. Ce dernier permet de performer l'ensemble des analyses sur le bilan IFRS17. A partir de cet outil, l'impact des différentes courbes sera étudié sur le bilan de la compagnie fictive X dans le cadre de ce mémoire.

## 6.2 Analyse d'impact sur la PVFCF et la CSM

Les impacts sont étudiés à partir des différentes projections déterministes et stochastiques. Ils ont été réalisés iso-paramètres et iso-hypothèses à l'exception des courbes de taux IFRS17 suivantes :

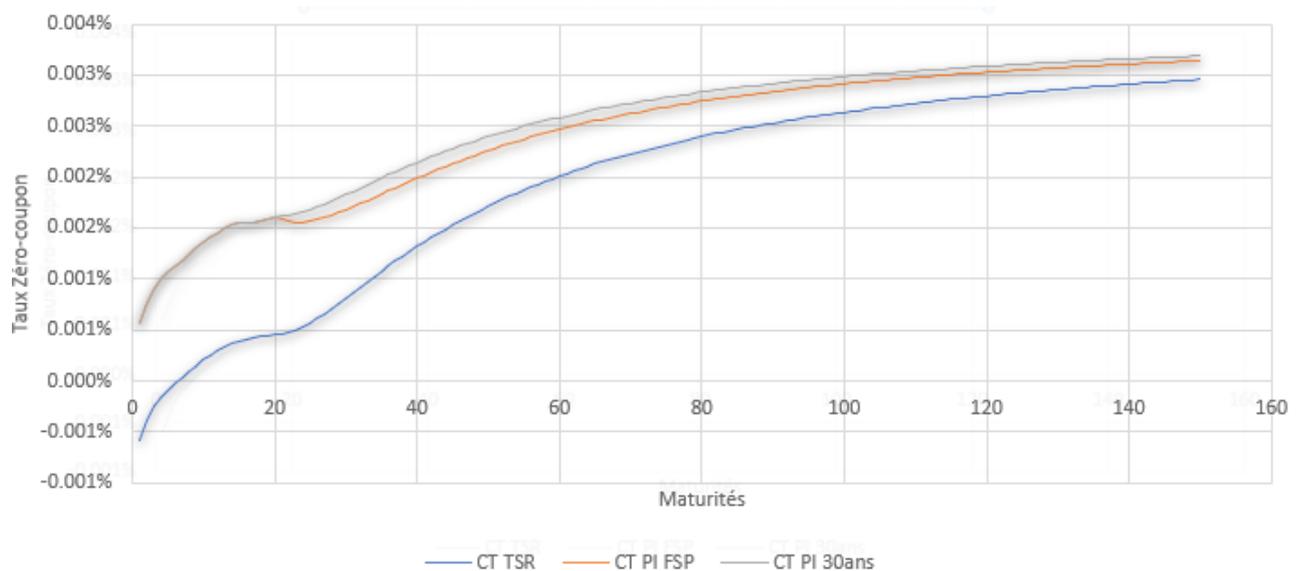


FIGURE 20 – Projection courbe des taux

- ◇ une courbe des taux sans risque
- ◇ une courbe des taux IFRS17 avec une PI intégrée jusqu'au FSP comme préconisé par l'EIOPA
- ◇ une courbe des taux IFRS17 avec une PI adossée aux flux et extrapolée jusqu'à 30 ans.

Cette approche permet d'aboutir aux bilans simplifiés suivants :

Assets		Liabilities and Equity	
Cash	5 550	Shareholder Equity	-
Equity	244 200	Total liabilities	1 110 000,00
Bonds	860 250	Future cash flows	1 233 079
		Risk adjustment	2 579
		Contractual Service Margin -	125 659
<b>Total assets</b>	<b>1 110 000</b>	<b>Total Liabilities and Equity</b>	<b>1 110 000</b>

FIGURE 21 – Bilan simplifié CT TSR

Assets		Liabilities and Equity	
Cash	5 550	Shareholder Equity	-
Equity	244 200	Total liabilities	1 110 000,00
Bonds	860 250	Future cash flows	1 044 346
		Risk adjustment	2 550
		Contractual Service Margin	63 105
<b>Total assets</b>	<b>1 110 000</b>	<b>Total Liabilities and Equity</b>	<b>1 110 000</b>

FIGURE 22 – Bilan simplifié CT PI 20 ans

Assets		Liabilities and Equity	
Cash	5 550	Shareholder Equity	-
Equity	244 200	Total liabilities	1 110 000,00
Bonds	860 250	Future cash flows	1 020 724
		Risk adjustment	2 633
		Contractual Service Margin	86 643
<b>Total assets</b>	<b>1 110 000</b>	<b>Total Liabilities and Equity</b>	<b>1 110 000</b>

FIGURE 23 – Bilan simplifié CT PI 30 ans

Les variations des différentes composantes du bilan sont conformes à nos attentes.

Tout d'abord, les engagements de passifs les plus significatifs correspondent aux scénarios sans prime d'illiquidité comme le montre le tableau ci-dessous :

	PVFCF	Écart en %
CT TSR	1 233 079	-
CT PI 20 ans	1 044 346	-15%
CT PI 30 ans	1 020 724	-17%

La PI d'illiquidité proposée de 116 bps entraîne une baisse des PVFCF de respectivement -15% et -17%. Ainsi, plus la courbe est élevée, plus la PVFCF diminue grâce aux effets conjugués de l'actualisation et de la baisse de la TVOG. En effet, une meilleure courbe en input dans la diffusion des scénarios stochastiques entraîne des meilleurs produits financiers et booste la capacité de la compagnie à tenir ses engagements et ses garanties. Les réinvestissements des actifs se font à des meilleurs taux au fur et à mesure que la projection avance.

Les variations de meilleurs engagements de passifs ont des impacts directs sur les marges des assureurs et la CSM. En utilisant la Courbe des taux sans risque, au 31 décembre 2021, le portefeuille est non profitable avec une CSM négative (la juste valeur des actifs ne couvrent pas la PVFCF). L'ajustement de la courbe avec les PI engendre des portefeuilles profitables avec une CSM positive :

	CSM	Ecart en %
CT TSR	- 125 659	-
CT PI 20 ans	+63 105	+150%
CT PI 30 ans	86 643	+169%

Ainsi, plus le niveau et le poids de la mesure d'illiquidité sont importants, plus la CSM est profitable sur le portefeuille de la compagnie X. Ces résultats sont à interpréter avec précaution. En effet, selon le rapport de duration (actif/passif), les résultats pourraient aller dans le sens contraire.

→ Il est important de mesurer convenablement la prime d'illiquidité à la vue de la sensibilité du bilan IFRS17 à l'ajustement réalisée. Une estimation erronée pourrait changer et impacter la signature de profitabilité des assureurs. Une fois les effets de la prime d'illiquidité analysés, il convient de se demander si l'intégration de la prime d'illiquidité en VFA peut avoir des impacts sur le rythme de reconnaissance de la CSM et les unités de couvertures. Cette interrogation est évoquée dans la partie qui suit avec l'introduction de l'effet Bow-Wave.

## 6.3 Prime d'illiquidité et Bow-Wave effect

### 6.3.1 Présentation du Bow-wave effect

Le Bow-wave effect est un phénomène observée dans le modèle d'évaluation VFA pour les contrats d'assurance vie à participation direct.

Afin de comprendre cet effet, il faut avoir en tête les spécificités du modèle VFA détaillées dans les paragraphes B45 à B48[12] :

- ◇ Les modélisations stochastiques risque-neutre permettent d'estimer une TVOG telle que :

$$TVOG = PVFCF_{Stochastique} - PVFCF_{Deterministe}$$

- ◇ A chaque période d'évaluation, les actifs sous-jacents réalisent des produits financiers. La variation de la juste valeur des sous-jacents impacte la CSM de façon

$$\Delta CSM = \Delta UI - \Delta PVFCF$$

- ◇ La CSM est amortie à chaque période de couverture en fonction des CU résiduels et que l'amortissement est inscrit en résultat de façon :

$$CSM_{amorti}^t = CSM^t \cdot \frac{CU_t}{CU_{rsiduels}}$$

Comme les actifs sous-jacents ont des rendements réels alors que la PVFCF a été valorisée sous risque neutre et que les rendements effectifs sont généralement plus élevés que le TSR :

$$Taux_{Real} > Taux_{Risque\ Neutre}$$

La CSM est augmentée à chaque arrête de la différence engendrée par les UI et les PVFCF. Ce complément de CSM constaté sera amorti dans les périodes de couvertures ultérieures.

Par conséquent, le relâchement de la CSM est croissant<sup>3</sup>. Les sur-rendements des éléments sous-jacents entraînant une sur-accumulation de la CSM. Un décalage structurel impacte la CSM entre l'émergence du résultat et sa reconnaissance dans le P&L. Le rythme de reconnaissance de la CSM ne reflète pas le service rendu pendant la période. Ce phénomène correspond à l'effet **Bow-Wave**.

Une deuxième source d'effet Bow-Wave a été aussi identifiée. Elle correspond à la variation de la TVOG qui est comptabilisée en CSM alors que la TVOG est décroissante dans la durée et devrait normalement être relâchée au fur et à mesure des périodes de couvertures. Cette distorsion impacte le rythme de reconnaissance des marges selon le service rendu.

→ Au vu des deux effets identifiés, il est important de corriger l'effet Bow-Wave.

### 6.3.2 Correction du Bow-Wave

- Nécessité d'une correction

Le paragraphe B119 exige que le rythme de reconnaissance de la CSM au cours de période reflète le service rendu[12] :

#### **Comptabilisation de la marge sur services contractuels en résultat net - B119 :**

À chaque période, l'entité comptabilise en résultat net un montant de la marge sur services contractuels du groupe de contrats d'assurance pour représenter les services prévus aux contrats d'assurance fournis au titre de ce groupe au cours de la période Pour déterminer ce montant, l'entité :

- (a) définit les unités de couverture du groupe, dont le nombre correspond au volume de services prévus aux contrats d'assurance fourni par les contrats du groupe, déterminé en considération, pour chaque contrat, du volume de prestations fourni et de la période de couverture prévue ;
- (b) répartit la marge sur services contractuels à la date de clôture (avant la comptabilisation en résultat net du montant représentant les services prévus aux contrats d'assurance fournis au cours de la période) également entre chacune des unités de couverture qu'elle a fournies dans la période considérée et qu'elle s'attend à fournir ultérieurement ;
- (c) comptabilise en résultat net le montant affecté aux unités de couverture fournies dans la période considérée.

3. Si les CU dépendent des encours ce qui est généralement le cas pour l'épargne Retraite.

Cet effet de report de reconnaissance des produits financiers, induit par les limites de la modélisation risque neutre, n'est pas volontaire et doit être corrigé.

Pour corriger cet effet, les compagnies d'assurance appliquent des méthodes permettant d'ajuster les unités de couverture et de reconnaître graduellement en P&L cette distorsion.

- Méthode de correction envisagée

La méthode de correction proposée nécessite deux modélisations :

- ◇ PVFCF Stochastique Risque neutre
- ◇ PVFCF déterministe estimée avec la courbe real world

Le sur-rendement attendu sur la CSM correspond à :

$$Sur\ Rendement = PVFCF_{Stochastique\ RN} - PVFCF_{deterministe\ RW}$$

L'objectif est de corriger le Bow Wave afin d'avoir un relâchement des marges cohérent avec les services rendus. Par conséquent, l'ajustement cherche à atteindre le relâchement de CSM reflétant l'écart de sur-rendement engendrée et qui est défini ci-dessous :

$$Sur\ Rendement \cdot \left(\frac{CU_{RW}^t}{CU_{RW}}\right)$$

De ce fait le nouveau relâchement de la CSM sur la période est tel que :

$$CSM_{corrige} = (Surrendement + CSM_{pre-corrige}) * \left(\frac{CU_{RW}^t}{CU_{RW}}\right)$$

Comme en épargne-retraite, les CU sont représentés par les provisions mathématiques alors :

$$CSM_{reel} = (Surrendement + CSM_{initiale}) * \frac{PM_t}{PM_{actualisee\ en\ RW}}$$

Un nouveau rythme d'amortissement de la CSM est défini et se base sur les CU Real World.

Avec un sur-rendement positif, le rythme d'amortissement de la CSM est plus rapide et devient en ligne avec les services rendus. Cet exercice est réalisé à chaque arrêté.

→ Dans la partie qui suit, l'impact de la PI sur l'effet Bow-Wave sera analysé.

### 6.3.3 Impact de la PI sur la correction Bow-wave

Afin d'étudier l'impact de la correction Bow Wave sur le portefeuille de la compagnie, il convient de retenir un scénario Real World.

Pour les besoins de ce mémoire et afin de visualiser les impacts du BW, le scénario real déterministe est défini de la manière suivante :

Paramètres	CT Bow-Wave
FSP	20 ans
UFR	3,6%
PI	175
Prise en compte PI	30 ans

Il n'est différent du scénario CT 30 ans que de la prime d'illiquidité où celle-ci a été boostée de 50% afin d'atteindre 175bps des taux anticipées en 2022).

Comme attendu, le scénario retenu à une courbe plus élevée que celles retenue pour les projections initiales.

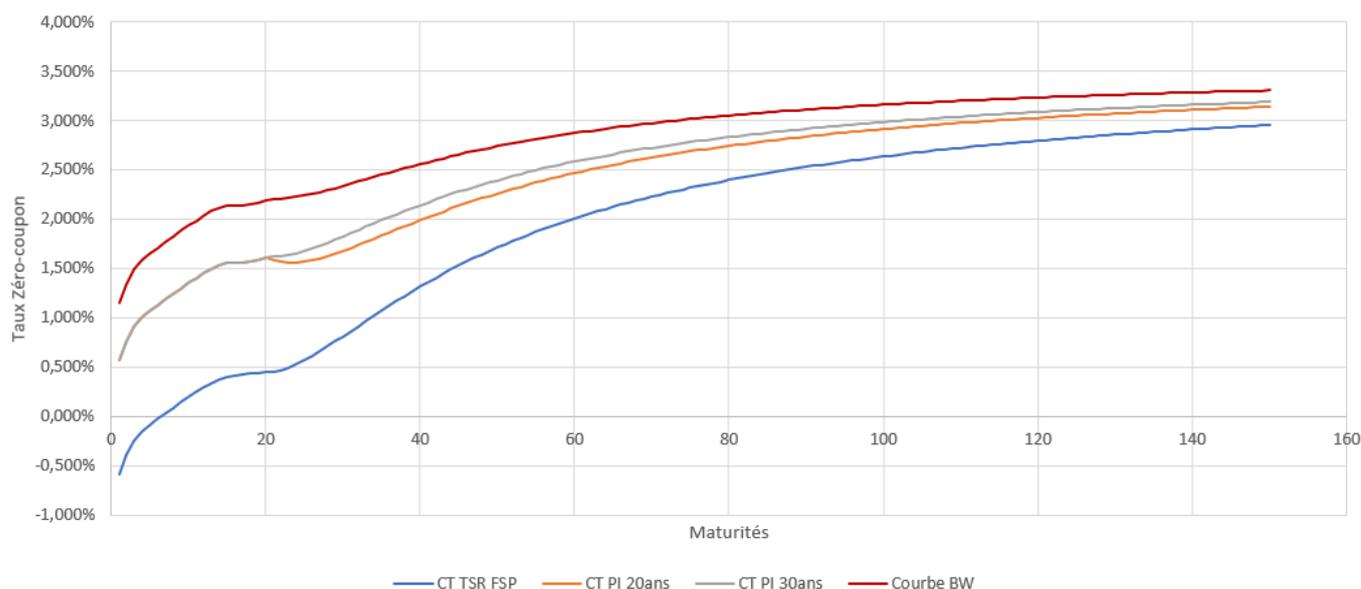


FIGURE 24 – Projection courbe des taux

Toute chose égale par ailleurs, le scénario real word aurait une PVFCF plus faible que celles des trois premiers scénarii. Cette intuition se confirme avec les résultats ci-dessous :

	PVFCF	Ecart en %
CT RW	1 003 388	-
CT TSR	1 233 079	+23%
CT PI 20 ans	1 044 346	+4%
CT PI 30 ans	1 020 724	+2%

Soit les sur-rendements suivants par scénarii en 1 ere année :

	Sur-rendement
SR TSR	229 691
SR PI 20 ans	40 957
SR PI 30 ans	17 335

Par conséquent, plus le sur-rendement est significatif, plus la correction des CU serait importante.

Pour matérialiser cette analyse, un sur-rendement par année a été approximé afin d'en déduire une nouvelle chronique des CU à partir des projections Bow-wave et des projections initiales où une CSM est constatée. Le nouveau rythme de CU a été estimé avec la formule ci-dessous :

$$Amortissement_t = \frac{CU_{RW}^t}{CU_{RW}}$$

Les nouvelles courbes d'amortissement avant et après correction illustrent les nouvelles chroniques des CU :

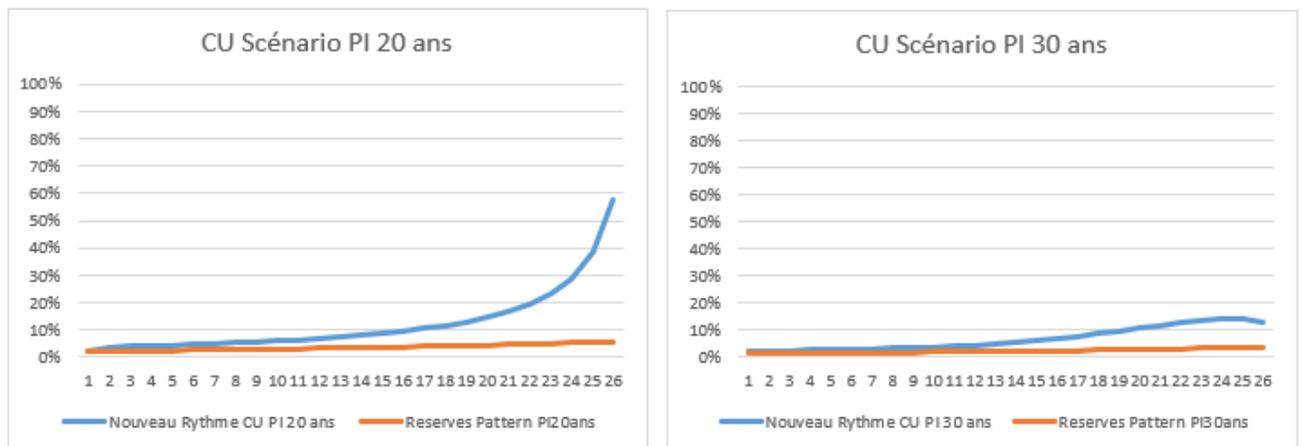


FIGURE 25 – Projection CU BW

L'allure des deux nouvelles chroniques est différente pour les deux scénarios. Comme anticipé, les corrections de CU impactent le scénario ayant des sur-rendements plus importants. Cela engendre un amortissement plus rapide de la CSM.

Concernant le 2 eme scénario, les sur-rendements ne sont pas importants ni constatés tout au long de la projection, la chronique des CU n'est pas significativement ajustée.

→ La mesure de la PI contribue à mieux amortir la CSM selon les services rendus sur la période et ainsi à diminuer les effets du Bow-wave.

→ Par ailleurs, une mesure de prime d'illiquidité importante porte une réflexion sur le caractère risque-neutre des modèles. En effet, les rendements risque neutre du modèle

sont proches des rendements réels avec un sur-rendement non significatif. Les actifs rapportent en moyenne un taux quasiment réel et très différent du taux sans risque. Est-ce que cette approche ne distord-elle la philosophie risque-neutre ? La réflexion mérite une étude approfondie. Il faut être ainsi très vigilant lors de l'estimation de la prime d'illiquidité que ce soit au niveau de la typologie des actifs, du portefeuille retenu ou du coefficient de passage.

## Conclusion

Ce mémoire s'est consacré à la mesure d'une prime d'illiquidité cohérente reflétant correctement la liquidité de passifs mais aussi à la manière de prendre en compte cette mesure dans la nouvelle méthode d'extrapolation alternative de la courbe des taux.

Dans un premier temps, ce mémoire a démontré que la méthodologie du calcul du VA n'était pas totalement adéquate pour la mesure d'une prime illiquidité IFRS17. Cette approche a dû être adaptée en :

- ◇ retenant le portefeuille d'actif propre de la compagnie au lieu du portefeuille de référence Européen. Ce qui reflète mieux le risque de liquidité associée à l'assureur,
- ◇ proposant une réflexion sur la mesure des corrections pour risque proposés par l'EIOPA ainsi que les limites sous IFRS17,
- ◇ étendant la mesure de la prime d'illiquidité sur les autres typologies d'actifs pour prendre en compte l'ensemble des actifs adossées aux passifs,
- ◇ proposant une méthode plus appropriée pour passer d'une PI actif à une PI passif afin de refléter les caractéristiques du passif et de chacun des garanties proposées par l'assureur.

Ensuite, une fois la prime d'illiquidité calculée, ce mémoire a porté une réflexion sur l'intégration de cette dernière dans la courbe de taux sans risque en bottom-up et les modalités d'extrapolation de la PI dans la nouvelle méthode alternative EIOPA jusqu'au FSP (20 ans) comme préconisé ou jusqu'à l'extinction des flux de passifs.

Finalement, les impacts de la mesure d'illiquidité et de l'horizon d'extrapolation de la PI post-FSP ont été étudiés sur un bilan de compagnie d'assurance vie et sur l'effet Bow-Wave. Il a été démontré que le niveau et le poids de la mesure d'illiquidité ont des impacts significatifs sur les portefeuilles d'assurance Vie en VFA et sur la reconnaissance des services futures. Le niveau de la prime d'illiquidité peut aller jusqu'à faire changer la signature de profitabilité d'un portefeuille et limiter la correction Bow-Wave.

Ce mémoire permet d'avoir une appréciation convenable des méthodologies retenues pour l'estimation d'une PI adéquate et de ses impacts sur une portefeuille d'assurance vie en VFA. Il montre la complexité d'avoir une méthode robuste et amène une réflexion sur les choix des hypothèses et des paramètres à retenir. La non-émergence d'une méthode unique sur cette thématique pourrait entraîner des biais dans la comparabilité des bilans des assureurs au regard de la volatilité des indicateurs économiques à la prime d'illiquidité. Il conviendrait

aux actuaires de choisir une méthode pérenne, de justifier et de documenter la méthodologie et les hypothèses et de publier les sensibilités du bilan à la courbe des taux et à la PI pour être dans l'esprit de la norme.

## Annexes :

### Piliers SII :

Les trois piliers ayant réglementés les méthodologies d'évaluations des passifs qualitatives et quantitatives, les processus de reprotting et de gouvernance de Solvabilité II sont résumés dans le graphique suivant :

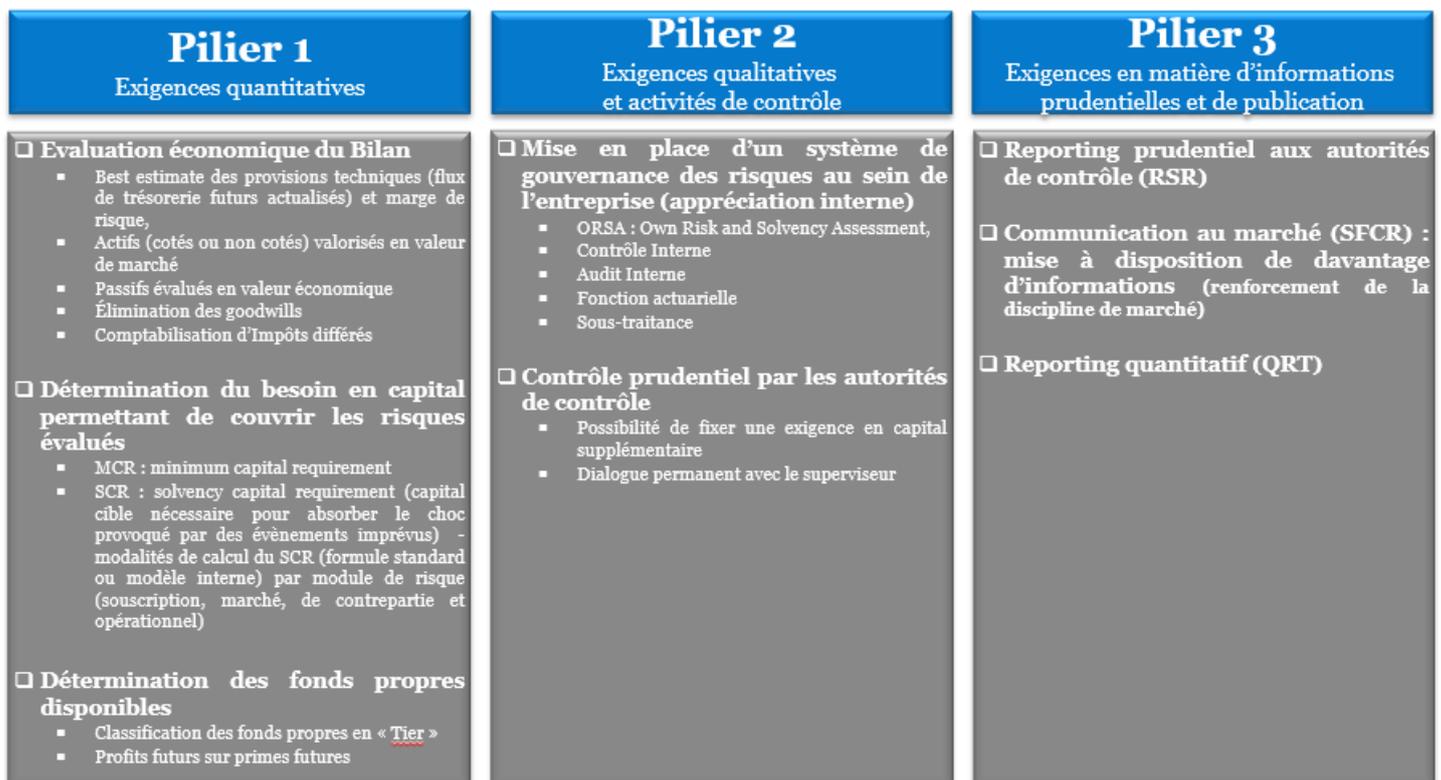


FIGURE 26 – SII Pilliers

### Extrapolation Smith-Wilson

A titre de rappel, le modèle Smith-Wilson cherche à estimer les prix des zero-coupons via la résolution des systèmes linéaires et à obtenir infine la courbe des prix  $VM(0,t)$  de ZC

en fonction de leur maturité et ce à partir d'un nombre d'observation sur les prix des ZC.

La fonction  $VM(0,t)$  est constituée d'une combinaison linéaires de  $N$  Kernels et de l'expression de convergence vers l'UFR :

$$VM(0,t) = \exp^{-UFR.t} + \sum_{i=1}^N \zeta_j . K_i(t) \quad \text{avec } t > 0$$

où

- $\zeta_j$  est un ensemble de paramètres permettant d'estimer la courbe de taux
- $N$  le nombre de prix de swaps de taux observables
- $K_i$  est une fonction Kernel définie comme suit

$$K_i(t) = \sum CF_{i,j} . W(t, t_j) \quad \text{avec } t > 0 \quad i = 1 \dots N$$

avec

- $CF_{i,j}$  est le flux financier du produit  $i$  en  $t_j$
- $t_j$  période de paiements des flux
- $W(t, t_j)$  est la fonction symétrique de Smith-Wilson et est définie de la façon suivante :

$$W(t, t_j) = \exp^{-UFR.t} + \left\{ \alpha . \min(t, t_j) - 0,5 . \exp^{\alpha . \max(t, t_j)} . (\exp^{\alpha . \min(t, t_j)} - \exp^{-\alpha . \min(t, t_j)}) \right\}$$

$\alpha$  est la variable contrôlant la vitesse de convergence des taux forwards estimés vers l'UFR.

Ces différentes formules permettent d'obtenir un système d'équation linéaires avec comme solution les  $\zeta$ .

Les  $\zeta_i$  solutions permettent ensuite d'obtenir les prix  $VM(0,t)$  et d'en déduire les taux de la courbe des taux.

→ La résolution de ce système linéaire permettra d'obtenir la valeur des ZC en tout point ce qui permet d'en déduire leurs taux ZC.

## Phase Transitoire $\alpha$ LLFR

La vitesse de convergence de la méthode d'extrapolation alternative est déterminée grâce au paramètre  $\alpha$ .

La convergence de la méthode alternative se rapprocherait de Smith Wilson avec un alpha à 20%. Toutefois, comme vu dans ce mémoire, L'EIOPA préconise une vitesse à 10% mais autorise des niveaux plus élevés selon les taux sans risque en instaurant une période transitoire jusqu'en 2032.

Ainsi :

- ◇ L'EIOPA recommande un alpha de 10% si les taux sans risque dépassent 0,5%
- ◇ Si les taux sont inférieurs à -0,5% L'EIOPA recommande un alpha à 20% lors de la transition qui décroît linéairement chaque année jusqu'en 2032 pour aboutir à 10%
- ◇ Pour des taux ente -0,5% et 0,5%, une interpolation est préconisée.

En cas d'application d'un alpha transitoire, les assureurs devront réaliser des sensibilités sur le bilan et leur solvabilité avec un alpha à 10%.

Par ailleurs, les compagnies devront communiquer dans leurs SFCR et RSR, les impacts sur la solvabilité d'un alpha fixé à 5%.

## Proposition VA de la revoyure EIOPA

Le futur VA de L'EIOPA est calculé selon deux composantes :

◇

$$VA = VA_{permanent} + VA_{macroeconomique}$$

La déclinaison de chaque sous-composante est détaillée dans les annexes.

- $VA_{permanent} = GAR \cdot AR_{4i} \cdot AR_{5i} \cdot Scale \cdot RC_S$
- $VA_{Macro;j} = GAR \cdot AR_{4i} \cdot AR_{5i} \cdot w_j \cdot \max(RC_{Sj} \cdot Scale_j - 1,3 \cdot RC_S \cdot Scale; 0)$   
tels que

- i correspond à la compagnie d'assurance et j au pays.
- GAR correspond au General Application Ratio, il est égal à 85 % et est équivalent au 65 % de la précédente formule.
- $AR_{4i}$  est une composante propre à l'assureur reflétant la sensibilité de l'actif et du passif aux variations respectives des spreads et du VA
- $AR_{5i}$  est une composante prenant en compte les spécificités d'illiquidité du passif de l'assureur. Il est égal à la moyenne pondérée des BE aux buckets suivants :

Bucket 1	100%	Contrats sans clause de sortie (e.g Rentes)
Bucket 2	75%	Contrats avec clause de rachats (Contrats d'Epargne avec PB)
Bucket 3	50%	Autres contrats (Non vie, Vie sans PB)

- $Scale = \frac{1}{w_{gov} + w_{corp}}$  avec  $w$  le poids respectif dans le portefeuille de référence européen.
- $RC_S$  correspond à la correction pour risque de crédit et le risque de dégradation de la notation.
- $w_j$  prend en compte les niveaux du spread des pays et est entre  $[0, 1]$ .

## MEDAF

Le Modèle d'évaluation des Actifs Financiers (**MEDAF**) est une méthode permettant d'estimer la rentabilité d'un instrument financier à l'aide de son risque. Elle est inspirée de la théorie de Markowitz. Sa formule est détaillée ci-dessous :

$$E[R_i] = R_f + \beta_i \cdot ( E[R_m] - R_f )$$

$$\beta_i = \frac{\partial \sigma_i}{\partial \sigma_m} \cdot \frac{\sigma_i}{\sigma_m}$$

où

- $R_f$  : Taux Sans risque
- $\beta_i$  Quantifie le risque absolu porté par l'investisseur. Il est calculée via les écarts type des risques attendu, des risque de marché.
- $R_m$  : Yield attendu sur le marché
- $E[R_m] - R_f$  : Spread de risque

La théorie de Markowitz ainsi que la présentation plus détaillée de la méthode MEDAF sont disponibles dans la bibliographie.

## Bibliographie

- [1] Extrat Alexandre. *Etude de la sensibilité d'un BE retraite au paramétrage du LLP et de la période de convergence de la courbe des taux sans risque sous SII* . [2020].
- [2] CNP Assurances. *Rapport CNP MCEV au 31.12.21*. [2021].
- [3] CEIOPS. *QIS 5 Technical Specifications - Méthode Proxy*. [2010].
- [4] Banque de France. *Banque de France*. [2021].
- [5] EIOPA. *Task Force Report on the Liquidity Premium*. [2010].
- [6] EIOPA. *Reglement Delegué SII*. [2014].
- [7] EIOPA. *VA*. [2020].
- [8] EIOPA. *Background document on the opinion on on the 2020 Review of Solvency II*. [2020].
- [9] EIOPA. *RFR EIOPA Term Structures*. [2021].
- [10] EIOPA. *UFR Report EIOPA*. [2022].
- [11] El Bekri Hamza. *Calibration de la courbe de taux en normes IFRS 17*. [2020].
- [12] IASB. *Norme IFRS17*. [2017].
- [13] Markowitz. *Portfolio Selection*. [1952].
- [14] Haqueberge Niels. *Un monde multi-courbe*. [2017].
- [15] PwC. *IFRS 17, Insurance Contracts : An illustration*. [2019].
- [16] Virigile Salmon. *Méthodes de détermination du taux d'actualisation dans le cadre de la norme IFRS 17*. [2019].
- [17] Sharpe William. *The Sharpe Ratio*. [1994].



## Table des figures

1	Niveau de Segmentation . . . . .	22
2	Arbre Modèle Comptable . . . . .	25
3	Arbre Modèle Comptable . . . . .	25
4	Approche descendante . . . . .	29
5	Approche Ascendante . . . . .	30
6	Historique CRA . . . . .	38
7	Courbe EIOPA Smith Wilson 31/12/21 . . . . .	42
8	DLT Swap Euro . . . . .	45
9	DLT Swap Euro - Source : Eiopa - Background document on the opinion on the 2020 Review of SII . . . . .	46
10	Courbe des taux selon LLP - Source : Eiopa - Background document on the opinion on the 2020 Review of SII . . . . .	46
11	Impact LLP SCR ratio - Source : Eiopa - Background document on the opinion on the 2020 Review of SII . . . . .	47
12	Forward FSP . . . . .	50
13	Courbe EIOPA FSP - SW 31/12/21 . . . . .	51
14	Courbe EIOPA SW avec et sans VA . . . . .	59
15	Composition du portefeuille obligataire . . . . .	63
16	Projection courbe des taux . . . . .	84
17	Poids PI . . . . .	85
18	Vue d'ensemble du modèle . . . . .	90
19	Modélisation pas à pas . . . . .	93
20	Projection courbe des taux . . . . .	94
21	Bilan simplifié CT TSR . . . . .	94
22	Bilan simplifié CT PI 20 ans . . . . .	95
23	Bilan simplifié CT PI 30 ans . . . . .	95
24	Projection courbe des taux . . . . .	99
25	Projection CU BW . . . . .	100
26	SII Pilliers . . . . .	104