Mémoire présenté devant l'Université de Paris-Dauphine
pour l'obtention du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine
et l'admission à l'Institut des Actuaires
le 27 juin 2023

Par : Laetitia BEIGNON
Titre : Mise en place d'un processus d'audit en assurance vie dans le cadre d'IFRS 17

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

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

Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires :

Entreprise :
Nom : KPMG
Signature :

KPMG ADVISORY S.A.S
Tour EQHO
2 avenue Gambetta - CS 60055
92066 Paris La Défense Cedex
903 826 168 R.C.S. Nanterre

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

Directeur de Mémoire en entreprise :
Nom : Laurent ROUDAIRE
Signature :

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

Secrétariat :

Bibliothèque :

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat

Résumé

Le 1er janvier 2023 marque l'entrée en vigueur de la norme internationale IFRS 17 pour les contrats d'assurance. Cela signifie que les entreprises d'assurance de l'Union européenne cotées, devront présenter leurs comptes dans le respect de cette norme. En effet, publiée par l'IASB (*International Accounting Standard Board*) en mai 2017, celle-ci vient remplacer une norme IFRS 4 introduite en 2004.

Les nouvelles exigences de la norme IFRS 17 devraient notamment permettre aux investisseurs d'obtenir des informations sur les risques, la rentabilité, la performance des contrats et d'accroître la transparence de l'information financière. Cette nouvelle norme a pour objectif principal d'harmoniser les pratiques et faciliter les comparaisons entre assureurs.

L'implémentation de cette réglementation par les acteurs du marché est en cours afin d'établir leurs états financiers conformément à la norme IFRS 17. Les conséquences de celle-ci pour les assureurs sont multiples et, au-delà de la comptabilisation des nouveaux agrégats bilantiels (la CSM, le RA ou encore la PVFCF), celle-ci implique la mise à jour des outils et processus de production actuariels et comptables.

C'est dans ce contexte que ce mémoire s'inscrit : comment assurer la fiabilité et l'exactitude du compte de résultat IFRS 17 et de ces nouveaux agrégats bilantiels ? Les actuaires qui ont un rôle de conseil auprès des assureurs dans la mise en place de cette norme pourront aussi avoir un rôle d'auditeur très prochainement. En effet, IFRS 17 est une norme comptable faisant intervenir de nombreux principes actuariels renforçant ainsi le rôle de l'actuaire dans les processus de certifications des comptes.

Les premiers audits de la norme IFRS 17 seront essentiels pour vérifier que toutes les exigences imposées par celle-ci sont bien prises en compte, tel que l'agrégation des contrats, les méthodes d'évaluation à utiliser (GMM, VFA, PAA) ou encore la construction du résultat.

L'objectif principal de ce mémoire est d'identifier les impacts en matière d'audit des grands principes de la norme IFRS 17 pour proposer une méthodologie d'audit de celle-ci en ce limitant au modèle d'évaluation VFA.

Pour répondre à cet objectif, il faut tout d'abord effectuer une étape d'identification des risques pour construire un processus et des méthodes d'audit qui couvriront au mieux ceux-ci. Pour assurer la fiabilité des méthodes proposées, celles-ci sont appliquées sur un portefeuille épargne éligible au modèle VFA. Lors de ces applications, l'identification des hypothèses simplificatrices significatives est réalisée (comme le choix d'une hypothèse standard pour la table de mortalité par exemple). Les contrôles mis en place ont permis de remonter des erreurs dans les comptes du client (erreur dans le paramétrage des frais, dans le plafonnement des âges des assurés, dans le calcul de la CSM de transition) et de faire des recommandations sur les hypothèses et méthodes de modélisation du client.

Mots-clés : *IFRS 17*, *Audit*, *PVFCF*, *BEL*, *VFA*.

Abstract

January 1, 2023 marks the entry into force of the international standard IFRS 17 for insurance contracts. This means that listed EU insurance companies will have to present their accounts in compliance with this standard. Indeed, published by the IASB (International Accounting Standard Board) in May 2017, it replaces an IFRS 4 standard introduced in 2004.

The new requirements of IFRS 17 should, in particular, enable investors to obtain information on risks, profitability, contract performance and increase the transparency of financial reporting. The main objective of this new standard is to harmonize practices and facilitate comparisons between insurers.

The implementation of this regulation by market participants is underway in order to prepare their financial statements in accordance with IFRS 17. The consequences of this for insurers are multiple and, beyond the accounting of the new balance sheet aggregates (the CSM, the RA or the PVFCF), it involves updating actuarial and accounting tools and production processes.

It is in this context that this thesis is inscribed: how to ensure the reliability and accuracy of the IFRS 17 income statement and these new balance sheet aggregates? Actuaries who have an advisory role to insurers in the implementation of this standard may also have an auditing role in the near future. Indeed, IFRS 17 is an accounting standard involving many actuarial principles, thus strengthening the role of the actuary in the certification processes of the accounts.

The first audits of IFRS 17 will be essential to verify that all the requirements imposed by IFRS 17 are taken into account, such as the aggregation of contracts, the methods of evaluation to be used (GMM, VFA, PAA) or the construction of the result.

The main objective of this thesis is to identify the audit impacts of the main principles of IFRS 17 to propose an audit methodology by limiting it to the VFA valuation model.

To meet this objective, it is first necessary to carry out a risk identification step to build an audit process and methods that will best cover them. To ensure the reliability of the proposed methods, they are applied to a savings portfolio eligible for the VFA model. During these applications, the identification of significant simplifying hypotheses is carried out (such as the choice of a standard hypothesis for the mortality table for example). The controls put in place have allowed to identify errors in the client's accounts (errors in the setting of fees, in the capping of the ages of the insured, in the calculation of the transition CSM) and to make recommendations on the client's assumptions and modeling methods.

Keywords : *IFRS 17*, *Audit*, *PVFCF*, *BEL*, *VFA*.

Note de Synthèse

La norme internationale IFRS 17 pour les contrats d'assurance entrera en vigueur le 1er janvier 2023. Cette norme établit les principes d'évaluation, de comptabilisation et de présentation des contrats d'assurance. Pour beaucoup d'assureurs, l'implémentation de cette norme est un défi et implique la mise en place de nouvelles méthodes comptables et de nouvelles exigences en matière de données.

Les complexités et techniques actuarielles de cette norme IFRS 17, impliquent pour les actuaires une nouvelle facette dans leur métier qui est le rôle d'auditeur. Ce rôle est d'autant plus important que la première année d'adoption va entraîner l'obligation d'inclure un bilan d'ouverture reflétant l'application rétrospective de la norme IFRS 17. C'est dans ce contexte que la problématique de ce mémoire s'inscrit : **comment assurer la fiabilité et l'exactitude des états financiers établis dans le référentiel IFRS 17 ?**

Pour répondre à cette problématique, une phase d'identification des risques est effectuée, puis un processus d'audit associé à un plan de contrôle pour couvrir au mieux les risques identifiés est construit. Ces méthodes d'audit sont finalement appliquées à un portefeuille épargne éligible au modèle VFA.

Les principes de l'audit

Aujourd'hui, la validation des comptes d'une entreprise s'effectue par un processus annuel réglementé qui est l'audit. L'audit comptable et financier contrôle que les états financiers sont établis dans tous leurs aspects significatifs conformément au référentiel comptable applicable (dans le cas de cette étude IFRS 17). L'objectif d'un audit financier est de permettre à l'auditeur de construire une opinion indépendante. On distingue trois types d'opinion d'audit :

- **Certification sans réserve** : les comptes sont corrects et sincères ;
- **Certification avec réserve** : désaccord avec l'une des parties des comptes et des éléments sont à revoir ;
- **Refus de certifier** : aucune opinion ne peut être émise sur les comptes (pour cause de problème majeur ou manque d'information).

La détermination d'anomalies significatives dans les comptes se fait grâce à des seuils d'audit. On distingue trois seuils :

- **Seuil de signification** : Émission du niveau de certification à un niveau de confiance donné (exemple : 10% du résultat net, 10% des fonds propres) ;
- **Seuil de planification** : Seuil utilisé lors des travaux d'audit (généralement 75% du seuil de matérialité) ;
- **Seuil minimum d'anomalie** : Seuil de détection des risques significatifs (généralement 5% du seuil de planification).

Mise en place d'un processus d'audit en VFA

Le mémoire se concentre sur un unique modèle d'évaluation sous IFRS 17 qui est le modèle VFA. Les risques d'audit propres au modèle VFA identifiés en amont de la construction du processus d'audit sont :

- L'application du modèle VFA peut se faire si les trois critères d'éligibilité sont respectés. Le respect des critères d'éligibilité est soumis à des interprétations différentes par les entités ("ensemble clairement identifié d'actifs sous jacents", "part substantielle") ;
- Complexité de la PVFCF (notée BEL) épargne : Pour le calcul du BEL épargne il est indispensable d'avoir recours à des méthodes de simulation (GSE et un modèle ALM) pour produire un calcul plus approprié. Pour les auditeurs cela implique de devoir auditer, en plus des concepts du calcul du BEL, les outils utilisés par l'entité.

Pour couvrir les différents risques d'audit et appréhender les missions d'audit sur le référentiel IFRS 17, un processus d'audit est construit. Celui-ci se retrouve sur la figure 1.

Ce processus n'est pas unique et nécessite d'être adapté aux spécificités de chaque client.

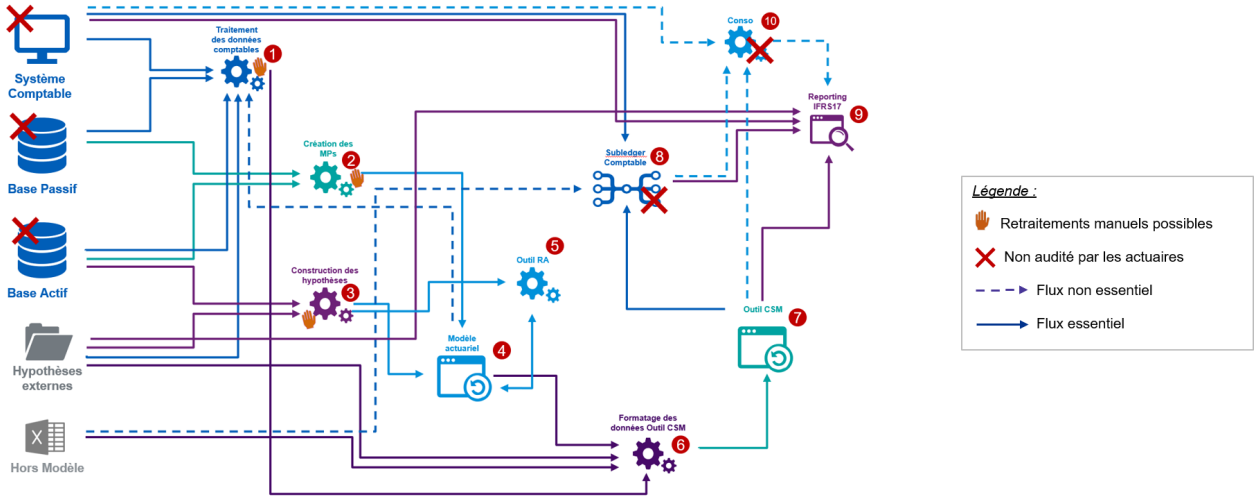


FIGURE 1 : Processus d'audit global pour la norme IFRS 17

Ce processus peut se décomposer en trois blocs :

- **Audit de la norme et des méthodologies IFRS 17** : ce bloc concerne les concepts méthodologiques de la norme en amont des modélisations comme par exemple l'éligibilité d'un contrat au modèle VFA, la séparation des composantes d'un contrat... ;
- **Audit de la modélisation actuarielle** : ce bloc regroupe la construction des hypothèses et des *model points* pour les calculs du BEL, du RA et de la CSM ;
- **Audit des états financiers** : ce bloc regroupe l'édition des états financiers (bilan, compte de résultat, annexes).

Ce mémoire se focalise sur l'audit du BEL IFRS 17, bien que d'autres concepts comme la CSM de transition ou le RA sont également étudiés.

Audit du BEL IFRS 17

Le BEL IFRS 17 se rapproche de celui introduit sous la directive Solvabilité II. Les assureurs ont, aujourd'hui, une niveau de maîtrise suffisant pour calculer les éléments imposés par la directive Solvabilité II et notamment le BEL. Cette maîtrise permet, lors des travaux IFRS 17, de considérer la directive Solvabilité II comme un *framework* de référence. En effet, les similitudes entre les deux BELs permettent de partir d'un socle solide de base qui est le BEL SII pour arriver au BEL IFRS 17. Les différences (taxes, versements libres, frais attribuables, courbe des taux) entre les deux référentiels permettent de constituer un "*bridge*" soit un pont en français. Construire ce pont entre les deux référentiels de calcul (de SII à IFRS 17) est un moyen robuste pour fiabiliser la valeur du BEL IFRS 17.

Le bridge passant du BEL SII à IFRS 17 est représenté sur la figure 2.

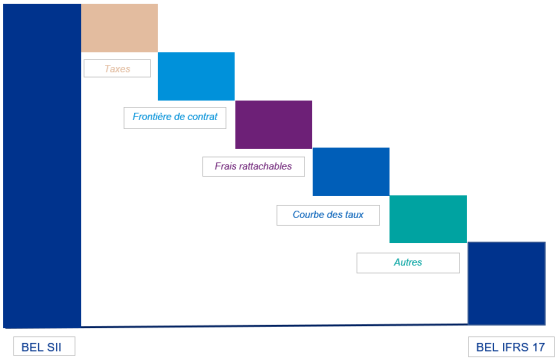


FIGURE 2 : *Bridge* SII - IFRS 17

Lors des audits, les éléments constitutifs de ce *bridge* correspondent à des éléments d'audit prioritaires. La figure 3 permet d'illustrer les contrôles d'audit identifiés sur les spécificités IFRS 17.

	Concept	Contrôles	Détails
Spécificités IFRS 17	Audit de la loi des versements libres	Méthode de construction	
		Prise en compte des caractéristiques du portefeuille	
		Backtesting	Vérifier sur les données passées que les prédictions de la loi étaient proches de la réalité (écarts inférieurs à un seuil fixé)
	Audit de la courbe des taux	Exhaustivité de la documentation	Vérifier l'exhaustivité des notes méthodologique, de process et normative
		Source des données de marché utilisées	
		Construction de la courbe des taux sans risque	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
		Construction de la prime de liquidité	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
		Construction de la prime de risque	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
		Choix du portefeuille de référence	Le portefeuille doit refléter au plus près les caractéristiques des contrats et être ajusté des différences avec le portefeuille de référence comme le calendrier des flux, les devises, les risques
		Méthode de construction / d'extrapolation	Analyser les différences des courbes en fonction des cohortes, la méthode d'extrapolation choisie, la cohérence avec la courbe EIOPA en terme de CRA, LLP, UFR et la cohérence avec les prix courants et observables du marché
	Audit de la loi de frais attribuables	Méthode de construction	
		Prise en compte les caractéristiques du portefeuille	

FIGURE 3 : Plan de contrôles pour l'audit des spécificités IFRS 17

Pour l'audit du BEL, de nombreuses procédures substantives peuvent être réalisées. Dans le cadre de ce mémoire, la réplication du BEL est effectuée avec les outils internes à KPMG (modèle ALM, GSE, maquettes miroirs) dans l'optique de comparer la valeur modélisée à celle du client.

Application des méthodes d'audit sur un portefeuille épargne

Le cadre de cette étude se limite à proposer une démarche d'audit avec comme seuls éléments à disposition : les *inputs* du client (hypothèses, *model points*), ses états financiers simplifiés et les outils internes à KPMG (GSE, modèle ALM, maquettes miroirs). Par souci de confidentialité, un portefeuille fictif a été créé sur la base des caractéristiques d'un assureur pour appliquer le processus d'audit présenté.

Les deux axes principaux de l'étude sont d'une part, de modéliser le passif du client (BEL, CSM et RA) pour le comparer à ses résultats et d'autre part de mettre en place des contrôles pouvant être réalisés dans le cadre d'un audit.

Modélisation du BEL

Pour effectuer les modélisations avec le modèle ALM de KPMG (nommé DEvent) et le GSE, les *models points* et les hypothèses de modélisation (loi de versements libres, lois de rachats, taux de frais attribuables...) du client sont à disposition.

Le portefeuille est composé de 722 contrats d'épargne sur fonds euro. Le portefeuille est constitué à 54% d'hommes et 46% de femmes nés entre 1938 et 2020. La moyenne d'âge du portefeuille est de 50 ans. Les données clés issues de ces *model points* passifs sont résumées dans le tableau 1.

Montant de PM	55 358 477 €
Montant de Primes	5 900 822 €
Intervalle TMG	[0 % ; 2%]

TABLE 1 : Données clés des *model points* passif du client

Le portefeuille d'actifs est constitué d'obligations gouvernementales, de sociétés, d'OPCVM[1], d'actions, d'immobilier et de *cash* dans les proportions en valeur de marché indiquées sur la figure 4.

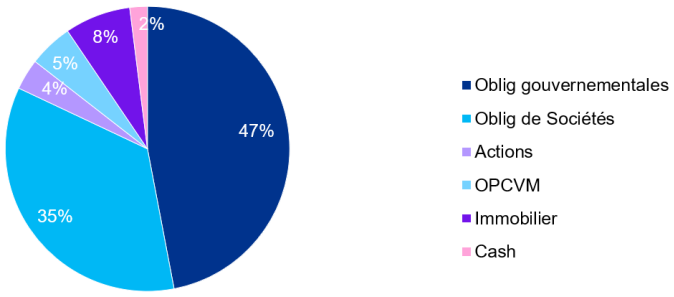


FIGURE 4 : Répartition des titres du portefeuille d'actifs client en proportion de la valeur de marché

Pour effectuer ces modélisations, la courbe des taux IFRS 17 a été répliquée via une maquette miroir et les *model points* ont été ajustés au modèle DEvent. Peu de données étaient à disposition de la part du client pour effectuer des contrôles et des recalculs. Des simplifications ont donc dû être effectuées comme le résume le tableau 2.

[1]Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières

	Client	Pour modélisation
Paramètres de calcul de la prime de liquidité	Inconnu	Données issues de S&P et l'EIOPA
Age maximum *model points* passif	111 ans	105 ans
Modélisation actifs	Obligations gouvernementales, Obligations de sociétés, OPCVM, Actions, Immobilier, Cash	Obligations sans risque, Obligations risquées, Actions, Immobilier, Cash
Frais (administratifs, rachats, décès)	Méthode par coûts unitaires (20€, 45€, 90€)	Pourcentage de la PM (0,2%, 0,6%, 0,5%)
Tables de mortalité	Tables d'expérience	Tables TH-002 et TF-002

TABLE 2 : Simplifications pour modélisations

Par simplification, les OPCVM sont modélisées comme suivant l'indice immobilier implémenté dans DEvent.

Les résultats des modélisations ont permis de construire un *bridge*. La comparaison du *bridge* modélisé et de celui du client se trouve sur la figure 5.

FIGURE 5 : Comparaison des *bridges* modélisé et client

Bien que les valeurs des BELs SII et IFRS 17 soient du même ordre de grandeur, des différences significatives existent. Ces différences s'expliquent par les simplifications citées précédemment et par le fait que la complexité des outils (GSE, modèle ALM) utilisés n'est sûrement pas adaptée à celle des outils du client.

Contrôles d'audit mis en place

Dans cette étude, plusieurs contrôles d'audit ont été mis en place. Ceux-ci s'appliquent majoritairement sur les outils de KPMG puisque ceux du client n'étaient pas accessibles. Des exemples de contrôles et leur conclusion sont résumés dans le tableau 3.

Contrôle	Résultat
Validation des sorties GSE (test de martingalité, test de rendement)	Tests validés au niveau de confiance 95%
Revue de la qualité des *model points*	Âge des assurés non plafonné à 105 ans comme l'indique la documentation technique
Revue du *backtesting* de la loi de rachats structurels	Sous-estimation des taux de rachats sur les quatre dernières années
Cadrage des PM en entrée et sortie de modèle	Aucun écart
Recalcul des coûts unitaires sur les frais en sortie de modèle	Coût unitaire sur les frais en cas de décès différent de celui du client
Écart de convergence	0,3%
Convergence BEL	IC à 95%
Chronique de PM	Écoulement de PM tend vers 0 en fin de projection
Revue du calcul de la CSM de transition	Non prise en compte de la réserve de capitalisation

TABLE 3 : Exemples de contrôles mis en place dans le cadre de l'audit et les résultats

Pour avoir un avis sur les résultats de ces contrôles, les seuils d'audit présentés précédemment ont été construits sur la base du compte de résultats du client. Le seuil de signification est défini en fonction du résultat net du compte de résultat IFRS 17 comme l'indique le tableau 4.

Seuil de signification	10% × Résultat net	185 363
Seuil de planification	75% × Seuil de signification	139 022
Seuil minimum d'anomalie	5% × Seuil de planification	6 951

TABLE 4 : Seuils d'audit

Bien que peu d'informations étaient à disposition pour réaliser cette étude, les méthodes d'audit mises en place dans ce mémoire ont permises de déceler trois anomalies significatives et une anomalie non significative sur les données clients. Le tableau 5 résume ces trois différents éléments.

Concept	**Impact significatif BEL / CSM**
Écarts moyens *backtesting* loi rachats structurels	+16 649
Plafonnement âge 105 ans	+1 132
Coût unitaire 90 €	+6 986
Réserve de capitalisation (CSM)	-10 628
Somme algébrique (valeur absolue)	**+13 007**

TABLE 5 : Récapitulatif des écarts significatifs

Ces éléments ne dépassent pas le seuil de planification. Cependant, la certification des comptes n'est pas absolue au vu du manque d'informations importantes et des limites des méthodes d'audit instaurées (pas de granularité fine, pas de prise en compte de la réassurance et de l'effet *Bow-Wave*...).

Conclusion

Le plan de contrôles proposé dans ce mémoire a permis de couvrir et détecter certains risques d'audit en VFA. Notamment, une erreur opérationnelle significative sur les entrées du modèle ALM du client, une erreur dans le calcul de la CSM de transition ou encore une erreur sur les données des *model points* ont été remontées à l'entité. Des avis et des recommandations sur les hypothèses de modélisation du client ont également pu être transmis.

Des limites à ce processus d'audit sont notables, liées d'une part au peu de données à disposition, et d'autre part aux simplifications effectuées pour réaliser cette étude. L'audit de l'effet *Bow-Wave* ou des modèles BBA et PAA peut venir compléter les éléments d'audit cités dans ce mémoire. Un approfondissement sur l'impact de la granularité des données sur l'audit (impact sur les seuils, sur l'audit des résultats) est également un complément essentiel au processus construit.

Pour réaliser les modélisations, des simplifications ont dû être effectuées pour remplacer les hypothèses inconnues. Des hypothèses standards ont été prises, comme par exemple l'utilisation des tables de mortalité TH-002 et TF-002. Cette dernière simplification a un impact significatif sur la valeur du BEL. Cette simplification peut mener à des faux-positifs, c'est à dire des erreurs remontées comme significatives alors qu'elles ne le sont pas. Dans le cadre réel d'un audit, la table de mortalité est une hypothèse qui doit être transmise aux auditeurs et qui nécessite d'être auditée avec attention au vu de son potentiel impact sur les valeurs des agrégats bilantiels.

Cette première avancée peut être complétée en automatisant le processus de contrôles proposé. Notamment, pour palier au manque de temps lors des missions d'audit, la réplication des agrégats bilantiels peut s'effectuer par des proxys via des méthodes de *machine learning*.

Synthesis note

The international standard IFRS 17 for insurance contracts will come into force on January 1, 2023. This standard establishes principles for the measurement, recognition and presentation of insurance contracts.

For many insurers, the implementation of this standard is a challenge and implies new accounting methods and new data requirements.

The complexities and actuarial techniques generated by IFRS 17 imply a new facet of the actuaries' work, namely the role of auditor.

This role is all the more important since the first year of adoption will require the inclusion of an opening balance sheet reflecting the retrospective application of IFRS 17.

It is in this context that the problematic of this thesis arises: **How to ensure the reliability and accuracy of financial statements prepared under IFRS 17 ?**

In order to answer this problem, a risk identification phase is carried out, then an audit process associated with a control plan to cover the identified risks is constructed. These audit methods were finally applied to a savings portfolio eligible for the VFA model.

Audit principles

Today, the validation of a company's accounts is carried out through a regulated annual process, the audit.

The accounting and financial audit verifies that the financial statements are established in all their significant aspects in accordance with the applicable accounting standards (in the case of this study, IFRS 17).

The objective of a financial audit is to enable the auditor to form an independent opinion. There are three types of audit opinion :

- **Unconditional certification** : the accounts are correct and accurate ;
- **Certification with reservation** : disagreement with one of the parties of the accounts and elements are to be reviewed ;
- **Denial of certification** : no opinion can be given on the accounts (due to major problems or lack of information).

The determination of material misstatements in the accounts is based on audit thresholds. There are three thresholds :

- **Materiality threshold** : Issuance of the certification level at a given confidence level (e.g. 10% of net income, 10% of equity);
- **Planning threshold** : Threshold used during the audit work (generally 75% of the materiality threshold) ;
- **Minimum anomaly threshold** : Significant risk detection threshold (generally 5% of the planning threshold).

Implementation of an audit process in VFA

The thesis focused on a single valuation model under IFRS 17, which is the VFA model.

The audit risks specific to the VFA model identified upstream of the construction of the audit process are :

- The VFA model can be applied if the three eligibility criteria are met. Compliance with the eligibility criteria is subject to different interpretations by the entities (”clearly identified set of underlying assets”, ”substantial part”);
- Complexity of the saving PVFCF (BEL) : For the calculation of the saving BEL it is essential to use simulation methods (GSE and an ALM model) to produce a more appropriate calculation. For the auditors, this implies having to audit, in addition to the BEL calculation concepts, the tools used by the entity.

An audit process is developed to cover the various audit risks and to understand the audit assignments for IFRS 17. This process is shown in 6.

This process is not unique and needs to be adapted to the specificities of each client.

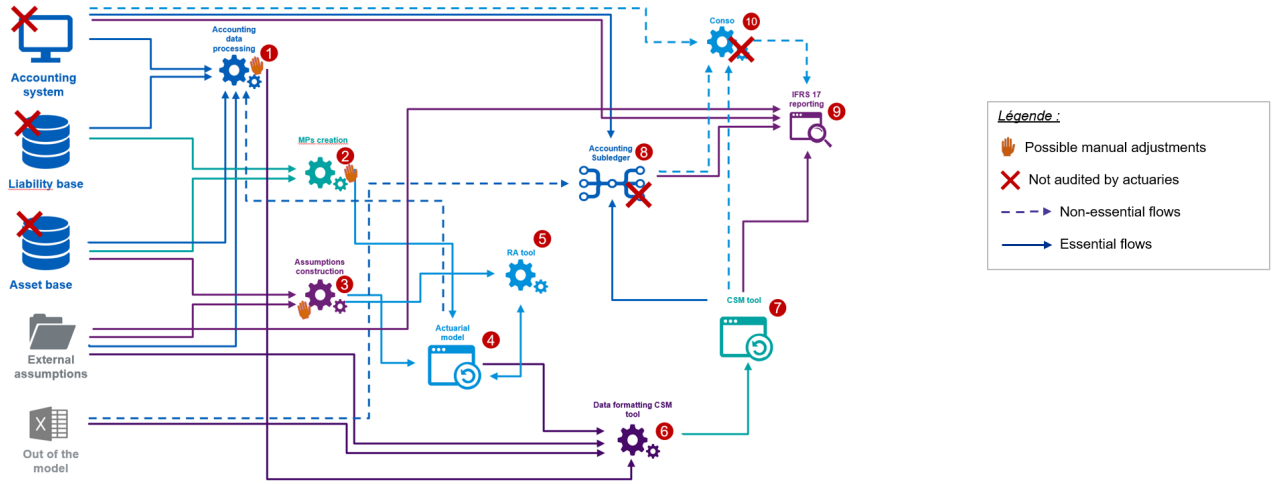


Figure 6: Global audit process for IFRS 17 standard

This process can be broken down into three blocks :

- **Audit of the IFRS 17 standard and methodologies** : This block concerns the methodological concepts of the standard upstream of the modeling, such as the eligibility of a contract to the VFA model, the separation of the components of a contract...;
- **Audit of actuarial modeling** : this block includes the construction of assumptions and model points for the BEL, RA and CSM calculations ;
- **Audit of financial statements** : this block includes the edition of financial statements (balance sheet, income statement, annexes).

This thesis focuses on the audit of BEL IFRS 17, although other concepts such as transitional CSM or RA are also studied.

Audit of BEL IFRS 17

The BEL IFRS 17 is close to the one introduced under the Solvency II directive. Insurers today have a sufficient level of expertise to calculate the elements imposed by the Solvency II directive and in particular the BEL. This expertise allows the Solvency II directive to be considered as a reference framework during the IFRS 17 work. Indeed, the similarities between the two BELs allow to start from a solid base which is the BEL SII and arrive at the BEL IFRS 17. The differences (taxes, free payments, attributable costs, rate curve) between the two frameworks make it possible to create what is known as a "bridge".

Building this bridge between the two calculation frameworks (from SII to IFRS 17) is a robust way of making the value of the BEL IFRS 17 more reliable.

The bridge from BEL SII to IFRS 17 is shown in the figure 7.

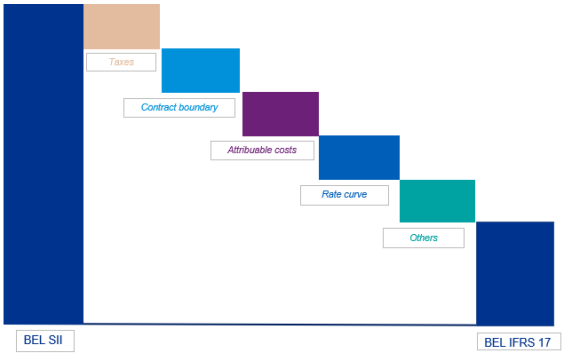


Figure 7: *Bridge* SII - IFRS 17

During audits, the elements that make up this "bridge" correspond to priority audit elements. The figure 8 illustrates the audit controls identified on the specifics of IFRS 17.

	Concept	Controls	Details
IFRS 17 specificities	Audit of the law of extra payments	Construction method	
		Taking into account the characteristics of the portfolio	
		Backtesting	Verify on past data that the predictions of the law were close to reality (deviations below a fixed threshold)
	Audit of the yield curve	Completeness of the documentation	Verify the completeness of the methodological, process and normative notes
		Source of the market data used	
		Construction of the risk-free rate curve	Verify the construction method and the data/parameters used for calibration
		Construction of the liquidity premium	Verify the construction method and the data/parameters used for calibration
		Construction of the risk premium	Verify the construction method and the data/parameters used for calibration
		Choice of the reference portfolio	The portfolio should reflect as closely as possible the characteristics of the contracts and be adjusted for differences with the reference portfolio such as timing of flows, currencies, risks
		Method of construction / extrapolation	Analyze the differences in the curves according to the cohorts, the extrapolation method chosen, the consistency with the EIOPA curve in terms of CRA, LLP, UFR and the consistency with current and observable market prices
	Audit de la loi de frais attribuables	Construction method	
		Taking into account the characteristics of the portfolio	

Figure 8: Audit plan for the audit of IFRS 17 specificities

For the BEL audit, many substantive procedures can be performed. In the context of this thesis, the BEL replication is performed with KPMG's internal tools (ALM model, GSE, mirror models) in order to compare the modeled value to the client's value.

Application of audit methods to a savings portfolio

The framework of this study is limited to proposing an audit approach with the only elements available: the client's inputs (assumptions, model points), its simplified financial statements and KPMG's internal tools (GSE, ALM model, mirror models).

For confidentiality reasons, a fictitious portfolio was created based on the characteristics of an insurer to apply the audit process presented.

The two main axes of the study are, on the one hand, to model the client's liabilities (BEL, CSM and RA) in order to compare them to its results and, on the other hand, to set up controls that can be carried out in the context of an audit.

BEL modeling

In order to carry out the modelling with the KPMG ALM model (called DEvent) and the GSE, the client's modelling assumptions (free payment law, lapse law, attributable expense rate, etc.) are available.

The portfolio is composed of 722 savings contracts on euro funds. The portfolio is made up of 54% men and 46% women born between 1938 and 2020. The average age of the portfolio is 50.

The key data from these liabilities are summarized in the table below 6.

Mathematical reserve amount	55 358 477 €
Premium amount	5 900 822 €
Average guaranteed rate interval	[0 % ; 2%]

Table 6: Key data from the client's liability model points

The asset portfolio consists of government bonds, corporate bonds, UCITS, stocks, real estate and cash in the market value proportions shown in figure 9.

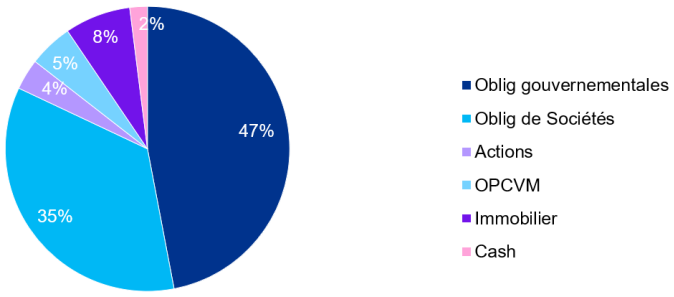


Figure 9: Distribution of securities in the client asset portfolio as a proportion of market value

To perform these models, the IFRS 17 yield curve was replicated via a mirror model and the model points were adjusted to the DEvent model.

Few data was available from the client to perform checks and recalculations. Therefore, simplifications had to be made as summarized in the table 7.

	Client	Model
Parameters for calculating the liquidity premium	Unknown	Data from S&P and EIOPA
Maximum age of liability model points	111 years old	105 years old
Assets modeling	Government bonds, Corporate bonds, UCITS, Stocks, Real estate, Cash	Risk-free bonds, Risky bonds, Equities, Real estate and Cash
Fees (administrative, lapse, death)	Unit cost method (20€, 45€, 90€)	PM percentage (0,2%, 0,6%, 0,5%)
Mortality tables	Experience tables	TH-002 and TF-002 tables

Table 7: Simplifications for modeling

For simplicity, the UCITS are modeled as following the real estate index implemented in DEvent.

The results of the modeling allowed us to build a bridge. The comparison of the modeled bridge and the client's bridge is shown in figure 10.

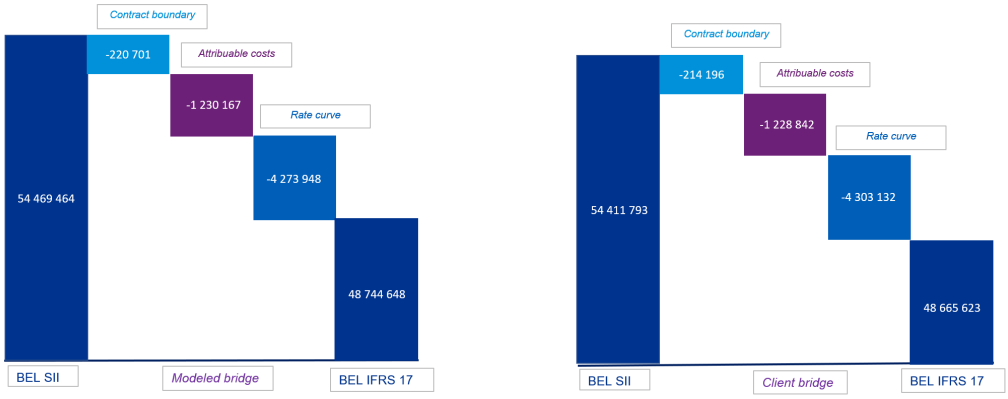


Figure 10: Comparison of the modeled and client bridges

Although the values of the BELs SII and IFRS 17 are of the same order of magnitude, significant differences exist. These differences can be explained by the simplifications mentioned above and by the fact that the complexity of the tools (GSE, ALM model) used is certainly not adapted to that of the client's tools.

Audit controls implemented

In this study, several audit controls were implemented. These controls were mainly applied to KPMG's tools since the client's tools were not accessible. Examples of controls and their conclusions are summarized in the table 8.

Control	Result
Validation of GSE outputs (martingality test, yield test)	Validated tests at the 95% confidence level
Review of the model points quality	Age of insured not capped at 105 as stated in the technical documentation
Review of the structural lapse law backtesting	Underestimation of lapse rates over the last four years
Framing of the mathematical reserve in and out of the model	No deviation
Recalculation of unit costs on model output	Unit cost on fees in case of death different from the client's
Convergence gap	0,3%
BEL convergence	Confidence interval at 95%
Mathematical reserve chronicle	Flow of PM tends to 0 at the end of the projection
Review of the transition CSM calculation	Not taking into account the capitalization reserve.

Table 8: Examples of controls implemented as part of the audit and results

In order to issue an audit opinion on the results of these controls, the audit thresholds presented above have been constructed on the basis of the client's income statement. The materiality threshold is defined in relation to the net income of the IFRS 17 income statement as shown in the table 9.

Materiality threshold	10% × Net income	185 363
Planning threshold	75% × Materiality threshold	139 022
Minimum anomaly threshold	5% × Planning threshold	6 951

Table 9: Audit's threshold

Although little information was available to perform this study, the audit methods implemented in this thesis allowed us to identify three material misstatements and one immaterial misstatement of client data. The table 10 summarizes these three different elements.

Concept	**BEL / CSM significant impact**
Average backtesting gap structural lapse law	+16 649
Age cap 105 years	+1 132
Unit cost of 90 € instead of 60 €	+6 986
Capitalization reserve	-10 628
Algebraic sum (absolute value)	**+13 007**

Table 10: Summary of significantplus differences

These elements do not exceed the planning threshold. However, the certification of the accounts is not absolute in view of the lack of important information and the limitations of the audit methods introduced (not thin granularity, no account taken of reinsurance and the "Bow-Wave" effect etc.).

Conclusion

The control plan proposed in this thesis made it possible to cover and detect certain audit risks in VFA. In particular, a significant operational error on the client's ALM model inputs, an error in the calculation of transition CSM or an error on the model points data were reported to the entity. Opinions and recommendations on the client's modeling assumptions were also provided.

There are some limitations to this audit process, linked on the one hand to the limited amount of data at disposal, and on the other hand to the simplifications made to carry out this study. The audit of the Bow-Wave effect or of the BBA and PAA models can complete the audit elements cited in this thesis. An in-depth study of the impact of the granularity of the data on the audit (impact on thresholds, on the audit of results) is also an essential complement to the process constructed.

To perform the modeling, simplifications had to be made to replace unknown assumptions. Standard assumptions were taken, such as the use of mortality tables TH-002 and TF-002. This last simplification has a significant impact on the BEL value. This simplification can lead to false positives, i.e. errors that are reported as significant when they are not. In the real context of an audit, the mortality table is an assumption that must be transmitted to the auditors and that needs to be audited with attention because of its potential impact on the values of the balance sheet aggregates.

Furthermore, this first step can be completed by automating the proposed control process. In particular, to overcome the lack of time during audit missions, the replication of balance sheet aggregates can be carried out by proxies via machine learning methods.

Remerciements

Tout d'abord, je remercie particulièrement Monsieur Meyez ABDELLATIF et Madame Mariam MTAR, mes tuteurs de stage, pour m'avoir accompagné tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Leurs conseils, leurs connaissances et leur bienveillance m'ont été essentiels.

Je remercie également Monsieur Laurent ROUDAIRE pour son expertise sur le sujet et l'intérêt porté sur mon mémoire.

Ces remerciements s'adressent également à Messieurs Jean-François DECROOCQ et Quentin GUIBERT, mes tuteurs académiques, pour leur disponibilité, leur suivi et leurs conseils.

Je remercie par ailleurs toutes les personnes que j'ai pu rencontrer durant mon stage au sein du cabinet de conseil KPMG, pour la qualité de leur accueil et à chacun en particulier pour la qualité de l'enseignement qu'ils ont pu me transmettre.

Pour finir, je remercie profondément ma famille pour leur soutien tout au long de ma scolarité.

Table des matières

Résumé **3**

Abstract **4**

Note de Synthèse **5**

Synthesis note **11**

Remerciements **17**

Table des matières **19**

Introduction **21**

1 Audit IFRS 17, un nouvel enjeu pour les actuaires **23**

1.1 Origine de la norme IFRS 17 23

1.2 Introduction à une mission d'audit 33

1.3 Le rôle des actuaires dans les audits IFRS 17 42

2 Processus d'audit IFRS 17 pour un assureur épargne **43**

2.1 Évaluation des engagements sous IFRS 17 43

2.2 Processus d'audit en *Variable Fee Approach* 54

3 Construction de méthodes d'audit en VFA **61**

3.1 Audit de la norme et des méthodologies IFRS 17 61

3.2 Audit des modélisations actuarielles IFRS 17 66

3.3 Audit des états financiers 85

4 Application à un portefeuille épargne **89**

4.1 Description du cadre de l'étude et des données 89
4.2 Modélisation du BEL 92
4.3 Revue des sorties des modélisations 110
4.4 Réplication du RA 118
4.5 Réplication de la CSM 119
4.6 Constitution des états financiers 123

5 Exhaustivité et efficacités des méthodes d'audit 127
5.1 Construction de seuils de signification 127
5.2 Comparaison des modélisations avec les résultats clients 128
5.3 Études de sensibilités 136
5.4 Conclusions d'audit 141
5.5 Limites de l'étude 143

Conclusion 147

Bibliographie 149

A Plan de contrôles audit IFRS 17 en VFA 151

B Modèle LMM+ 157
B.1 Le modèle LMM 157
B.2 Le modèle LMM+ 159

C Modèle Black & Scholes 161
C.1 Améliorations du modèle Black & Scholes 162
C.2 Intérêts et limites du modèle 162

D Modèle de crédit CIR 163

E Modèle d'inflation 165

Introduction

La norme IFRS 17 pour les contrats d'assurance entrera en vigueur le 1er janvier 2023. Celle-ci introduit un nouveau modèle d'évaluation pour les contrats d'assurance et par conséquent de nouvelles composantes a intégrer aux états financiers des entités (par exemple la CSM, le RA ou encore la PVFCF).

À la différence des référentiels comme French GAAP ou Solvabilité II (désormais bien connus des assureurs), la norme IFRS 17 repose sur une vision plus économique et impose une valorisation des passifs en norme "juste valeur". Pour beaucoup d'assureurs, l'implémentation de cette nouvelle norme mondiale est un défi et implique non seulement des nouvelles méthodes comptables mais aussi des nouvelles exigences en matières de données. Les systèmes, processus et contrôles devront être repensés pour s'adapter aux spécificités de la norme et de nouveaux jugements et systèmes de gouvernance devront être créés.

Aujourd'hui, la validation des comptes d'une entreprise s'effectue par un processus annuel réglementé qui est l'audit. Les audits comptables et financiers légaux permettent de certifier les comptes d'une entité. La complexité et la technique actuarielle de la norme IFRS 17 imposera aux actuaires d'avoir un rôle important dans les missions d'audit de celle-ci. Ce rôle est d'autant plus important que la première année d'adoption de cette nouvelle norme ne sera pas une année d'audit classique. Celle-ci va entraîner le retraitement des informations et l'obligation d'inclure un bilan d'ouverture reflétant l'application rétrospective de la norme IFRS 17.

La nouvelle norme nécessite des jugements significatifs pour l'interpréter et l'appliquer. Pour identifier et évaluer les risques d'inexactitudes possibles et créer une approche d'audit qui répond de manière appropriée à ces risques, l'équipe d'audit doit réaliser une évaluation robuste des concepts de la norme pour comprendre l'impact de son adoption pour les assureurs. C'est dans ce contexte que la problématique de ce mémoire s'inscrit : comment assurer la fiabilité et l'exactitude des états financiers établis dans le référentiel IFRS 17 ? L'objectif de ce mémoire est d'identifier les impacts en matière d'audit des principaux concepts de cette norme et de proposer des méthodologies d'audit de ceux-ci pour valider les provisions IFRS 17 et notamment la PVFCF.

Pour répondre à cet objectif, le périmètre de l'étude se limite à un portefeuille épargne soumis au modèle d'évaluation VFA sans prise en compte de la réassurance.

Ce mémoire se décompose en cinq chapitres qui viseront respectivement à : introduire la norme IFRS 17, ses grands principes et la théorie d'une mission d'audit (chapitre 1) ; identifier les problématiques du modèle VFA en audit et proposer un processus d'audit (chapitre 2) ; identifier les contrôles clés et les procédures substantives pour chaque concepts de la norme (chapitre 3) ; modéliser le passif d'un client et appliquer les méthodes d'audit construites dans les chapitres précédents sur des données client (chapitre 4) et effectuer une étude de sensibilités sur la PVFCF IFRS 17 (chapitre 5).

Chapitre 1

Audit IFRS 17, un nouvel enjeu pour les actuaires

La norme IFRS 17 est une norme comptable faisant intervenir de nombreux principes actuariels renforçant le rôle de l'actuaire dans les processus de certifications des comptes (audit). L'objectif de ce premier chapitre est d'une part, d'introduire la norme IFRS 17, son fonctionnement et les concepts clés d'une mission d'audit et d'autre part d'établir le rôle des actuaires dans les audits IFRS 17 à venir.

1.1 Origine de la norme IFRS 17

1.1.1 Définition et objectifs des normes IFRS

Les normes IFRS[1] se substituent depuis 2005 aux normes IAS[2]. Éditées par l'IASB[3], ce sont des normes comptables à dimension internationale destinées à uniformiser les principes en comptabilité. Cette dimension est un élément caractéristique majeur car cela permet de remédier au manque de lisibilité et de comparabilité de différentes entreprises internationales. En effet, la majorité des pays utilisent aujourd'hui les normes IFRS à l'exception de certains comme les États-Unis ou la Chine.

Indépendamment de leur secteur d'activité toutes les entreprises sont concernées par ces normes. Cependant, dans l'Union européenne, seules les entreprises cotées (émettant des titres et/ou des créances sur les marchés) ont l'obligation de présenter leurs comptes consolidés en respect de celles-ci.

La mise en place des IFRS a plusieurs objectifs et notamment :

- Refléter une image **sincère** et **transparente** de la situation financière des entreprises ;
- **Harmoniser** les principes comptables des différents pays ;
- Renforcer la **communication** financière.

Ces objectifs sont nés dans les années 2000 marquées par des crises financières importantes. Celles-ci ont soulevé des problématiques de manque de transparence pour les investisseurs des entreprises, ce qui a rendu essentiel la création d'un référentiel unique.

[1] *International Financial Reporting Standards*
[2] *International Accounting Standards*
[3] *International Accounting Standard Board*, organisme privé

À la différence des autres référentiels comptables et notamment *French GAAP*, les normes IFRS reposent sur une vision plus économique en cohérence avec les marchés financiers.

Aujourd'hui 45 normes IFRS différentes (et anciennement IAS) existent dont par exemple :

- **IFRS 4 / 17** : concerne la valorisation et la comptabilisation des contrats d'assurance ;
- **IFRS 9** : concerne la valorisation des instruments financiers ;
- **IFRS 15** : concerne les produits des activités ordinaires tirés des contrats conclus avec des clients.

1.1.2 IFRS 4 : une norme transitoire vers IFRS 17

La norme IFRS 4 est la première norme comptable spécifique au secteur de l'assurance. Elle a été publiée en mars 2004 pour une entrée en vigueur le 1er janvier 2005. La création de cette norme était essentielle. En effet, la difficulté de comparabilité des entreprises est encore plus marquée en assurance dû d'une part, au **cycle de production inversé** et d'autre part au fait que les assureurs ne sont pas soumis aux mêmes risques selon leur périmètre (vie, non vie, réassurance). De plus, une des spécificités du domaine de l'assurance est la constitution de provision au passif du bilan. Une provision est une réserve qu'établit l'assureur pour faire face à son engagement, celui-ci étant de payer des prestations suite à la survenance d'un sinistre qui est aléatoire. Cette particularité des passifs d'assurance a aussi été une raison pour créer une norme IFRS adaptée aux contrats d'assurance.

La norme IFRS 4 doit être appliquée par toutes les entreprises émettrices de contrat d'assurance. Précisément elle s'applique aux contrats suivants :

- Contrats d'assurance et traités de réassurance émis ;
- Contrats de réassurance détenus ;
- Contrats d'investissement émis comportant un élément de participation aux bénéfices discrétionnaire à condition que l'entité émette aussi des contrats d'assurance.

La norme définit de plus ce qu'est un **contrat d'assurance** : *"Un contrat selon lequel une partie (l'assureur) accepte un risque d'assurance significatif d'une autre partie (le titulaire de la police) en convenant d'indemniser le titulaire de la police si un évènement futur incertain spécifié (l'évènement assuré) affecte de façon défavorable le titulaire de la police"*. Par exemple les contrats d'épargne sur support en euros ou UC[1] sont des contrats d'assurance.

Les contrats en euro sont des contrats d'épargne dont les montants des garanties et des primes sont exprimés en euros. Ces fonds sont majoritairement composés d'obligations d'États ce qui les rend peu risqués. Le risque financier est porté par l'assureur car un capital est garanti à l'assuré. En se basant sur la définition d'un contrat d'assurance plus haut, les contrats sur support euros sont des contrats d'assurance car l'évènement assuré est le décès de l'assuré, évènement futur incertain.

Les contrats en UC sont des contrats d'épargne dont le montant des garanties est exprimé en unité d'investissement (unités de compte) qui peuvent être par exemple un nombre de parts dans un OPCVM[2]. Contrairement aux fonds en euros les investissements y sont diversifiés sur les marchés ce qui permet de proposer aux assurés un rendement plus attractif. Le risque est cette fois porté par les assurés car aucun capital n'est garanti, celui-ci est soumis aux fluctuations des marchés. Ces types de contrats sont également des contrats d'assurance pour la même raison que les contrats sur fond euro.

[1] Unités de compte

[2] Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières

Au contraire, les contrats d'assurance vie dans lesquels l'entité ne prend pas en charge les risques de mortalité et morbidité par exemple, ne sont pas des contrats d'assurance mais plutôt des instruments financiers ou des contrats de service.

La norme IFRS 4 est transitoire pour ensuite passer à IFRS 17. L'objectif premier de cette norme est d'harmoniser la méthode d'évaluation et de comptabilisation entre les actifs et les passifs d'assurance. La méthode retenue sous IFRS 4 puis IFRS 17 est la valorisation en **"juste valeur"**. Cette dernière est une norme comptable qui consiste à valoriser les actifs ou les passifs en valeur de marché. Elle s'oppose à la norme "coût historique" qui elle, valorise les éléments du bilan en valeur d'achat sans prise en compte des variations futures du marché. Pour atteindre cet objectif, la norme IFRS 4 se décompose en deux phases :

- **Première phase** : vise à maintenir les pratiques de comptabilisation des passifs des assureurs existantes. C'est à dire que ceux-ci seront comptabilisés en norme locale tandis que les actifs seront comptabilisés en "juste valeur" ;
- **Deuxième phase** (plus tard nommée **IFRS 17**) : les passifs seront comptabilisés selon des règles déterminées par l'IASB c'est à dire selon une vision plus économique. Cette deuxième phase permettra de corriger les défauts de la première.

Deux procédures viennent caractériser cette norme : ***Shadow accounting*** et ***Liability Adequacy Test*** (LAT).

Shadow accounting

Comme vu précédemment, la phase 1 de la norme IFRS 4 implique un décalage dans la valorisation des actifs et des passifs, appelé *accounting mismatch*. En effet, les actifs sont valorisés en "juste valeur" (selon la norme IAS 39) alors que les passifs sont valorisés en norme locale. L'existence de deux méthodes d'évaluation différentes rend difficile la comparaison entre les entités et induit une volatilité provisoire dans les comptes.

Le mécanisme de comptabilité reflet (*Shadow accounting*) vient résoudre ce problème pour les contrats comportant une clause de participation aux bénéfices. Ce mécanisme permet de réduire les écarts comptables entre l'actif et le passif en autorisant à l'assureur d'allouer au passif les plus ou moins-values latentes constatées sur les actifs. En conséquence, la richesse provenant des plus-values latentes des actifs ne revient pas entièrement à l'assureur mais une partie est destinée aux assurés : c'est la **participation aux bénéfices différée**.

*Exemple simplifié (*IA*, 2009) :* Soit un contrat d'assurance vie participatif dans lequel l'assuré perçoit 90 % du rendement financier de l'assureur.

Le bilan comptable à l'origine figure dans le tableau 1.1.

Actif	**Passif**
100	Fonds propres 20
	Provisions techniques 80

Table 1.1 : Bilan initial

Si l'actif augmente de 40 %, le bilan (sans appliquer le principe de comptabilité reflet) deviendrait le tableau 1.2.

Actif	**Passif**
140	Fonds propres 60
	Provisions techniques 80

TABLE 1.2 : Bilan sans comptabilité reflet

La valeur de l'actif augmente mais le passif ne change pas car il s'agit d'une plus-value latente. Les revenus augmentent les fonds propres.

En appliquant le mécanisme de comptabilité reflet, le bilan deviendrait le tableau 1.3.

Actif	**Passif**
140	Fonds propres $20 + 4 = 24$
	PB différée 36
	Provisions techniques 80

TABLE 1.3 : Bilan avec comptabilité reflet

En utilisant le mécanisme de comptabilité reflet, la plus-value latente affecte le passif du bilan comme s'il s'agissait d'une plus-value réalisée. En effet, dans l'optique où une plus value était vraiment réalisée, le rendement financier obtenu serait de 40 euros. Comme vu précédemment, l'assuré reçoit 90 % de ce rendement soit : $90\ \% \times 40 = 36$ euros.

Liability Adequacy Test (LAT)

Le test de suffisance des passifs (*Liability Adequacy Test*) introduit dans la norme IFRS 4 a pour objectif de comparer (à chaque date d'arrêté des comptes) les valeurs comptables des provisions techniques avec la meilleure estimation des flux de trésoreries futures (*Best Estimate*). Cet objectif, toujours établi dans l'optique d'assurer une meilleure comparabilité des comptes, peut être réalisé par l'assureur par la méthode de son choix. Cependant, les méthodes utilisées devront s'appuyer sur une projection de l'ensemble des flux attendus des contrats, options et garanties incluant les frais.

Une autre exigence que doivent respecter les assureurs est que toute insuffisance repérée au passif doit totalement être comptabilisée en compte de résultat (sans possibilité d'étalement dans le temps).

La norme IFRS 4 phase 1 comporte des limites. Elle ne permet pas de palier au manque de comparabilité des entités et soulève des problèmes de fond comme l'*accounting mismatch*. La norme IFRS 17 vient finaliser ce projet de norme.

1.1.3 Introduction à IFRS 17

La nouvelle norme comptable IFRS 17 rentrera en vigueur le 1er janvier 2023 coïncidant ainsi avec l'entrée en vigueur de la norme IFRS 9. La norme IFRS 17 établit les principes de comptabilisation, d'évaluation et de présentation des contrats d'assurances. Ses objectifs sont en ligne avec toutes les normes IFRS cités en début de ce chapitre. En particulier, l'objectif d'harmonisation sous IFRS 17 va permettre une meilleure comparabilité entre deux assureurs.

IFRS 17 s'applique aux sociétés d'assurances soumises aux normes IFRS. Selon IASB (2021), en 2021, la quasi-totalité des principaux assureurs mondiaux sont concernés (environ 450 assureurs et réassureurs représentant 13 000 milliards de dollars d'actifs).

Comme évoqué précédemment, la norme IFRS 17 est la finalité de la norme transitoire IFRS 4. Elle a pour but d'améliorer son prédécesseur avec plus d'informations sur les contrats d'assurance et plus de transparence sur leur rentabilité.

Contrairement au référentiel Solvabilité II (SII) qui impose la mise en place de méthodologie de calculs, la norme IFRS 17 met l'accent sur des concepts clés à suivre. Par conséquent, des interprétations différentes pourront exister entre les différents acteurs du marché.

Aux avantages cités précédemment, il faut ajouter qu'IFRS 17 permet de minimiser l'utilisation des normes locales pour les calculs, impliquant une meilleure comparabilité des contrats à l'échelle des compagnies et l'échelle internationale. Cependant, cette norme impose de nombreuses nouveautés pour les assureurs qui impacteront probablement une grande partie des outils actuariels et comptables actuellement utilisés.

Les grandes caractéristiques de la norme IFRS 17

Le symbole "§" sera utilisé dans la suite de ce mémoire pour faire référence au paragraphe du texte de norme IFRS 17 (IFRS Foundation, 2017) correspondant au concept énoncé.

Champ d'application

Comme IFRS 4, IFRS 17 se focalise pour son champ d'application sur les types de contrats plutôt que les types d'entreprise. Ainsi, les contrats dans le champ d'application de la norme sont les mêmes que sous IFRS 4 et la définition d'un contrat d'assurance reste inchangée. Cependant, un ensemble ou une série de contrats d'assurance peuvent avoir la même contrepartie ou une contrepartie reliée et peuvent avoir été conçu pour avoir un effet commercial global. Dans ce cas, sous IFRS 17 (§9), il pourrait être nécessaire de traiter l'ensemble comme un tout et **combiner** les contrats.

Le paragraphe 10 du texte de norme IFRS 17 explique qu'un principe supplémentaire à la combinaison des contrats doit exister : la **séparation** des contrats : *"Il se peut qu'un contrat d'assurance comporte une ou plusieurs composantes qui entreraient dans le champ d'application d'une autre norme s'il s'agissait de contrats distincts. Ainsi, un contrat d'assurance peut comporter une composante investissement ou une composante service (ou les deux)"*. Ces composantes, si elles sont distinctes, doivent être séparées du contrat.

Une composante est distincte si elle n'est pas hautement inter-reliée à la composante d'assurance et si un contrat avec des termes équivalents pourrait être vendu séparément dans le même marché (§B.31).

La figure 1.1 représente les différentes composantes d'un contrat et la norme respective sous laquelle elles doivent être évaluées.

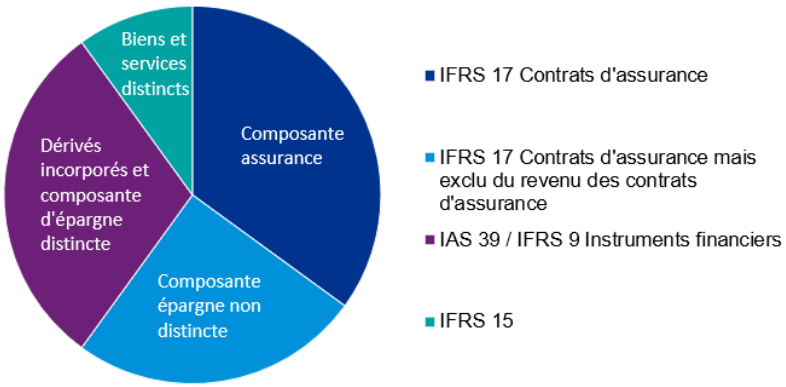


FIGURE 1.1 : Composantes des contrats prises en compte sous IFRS 17

Niveau de regroupement des contrats d'assurance

IFRS 17 impose une ventilation des contrats d'assurance selon différents critères d'agrégation : la gestion des contrats et des risques similaires, la profitabilité des contrats et la dimension annuelle des contrats. Les différentes unités de mesure (UoA[1]) sous IFRS 17 (§14-§16, §22) sont donc :

- **Agrégation en portefeuille** : des contrats peuvent être regroupés au sein d'un même portefeuille s'ils possèdent des risques similaires et s'ils peuvent être gérés ensemble (par exemple des contrats n'appartenant pas à la même ligne de produit comme une rente fixe à prime unique et une assurance vie temporaire classique ne possèdent pas des risques similaires et devraient donc faire parti de portefeuilles différents) ;
- **Agrégation en groupe de profitabilité** : les contrats doivent être classés en groupe de profitabilité. Lors de la comptabilisation initiale sont distinguées : les contrats qui sont onéreux, les contrats qui ont une probabilité non significative de devenir onéreux par la suite et les autres ;
- **Agrégation en cohorte** : une entité ne peut pas inclure des contrats émis avec plus d'un an de différence dans le même groupe.

Cette agrégation précise est nécessaire, d'une part, pour éviter que des contrats rentables soient compensés par des contrats onéreux et d'autre part, pour déterminer la manière dont les recettes d'assurance sont comptabilisées dans les états financiers.

[1] *Unit of Account*

La figure 1.2 représente l'agrégation des contrats imposée par la norme IFRS 17.

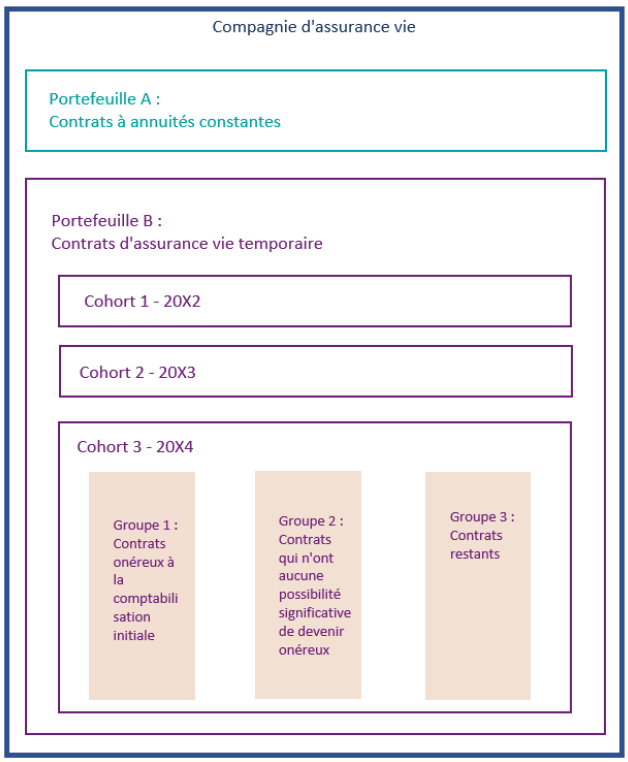


FIGURE 1.2 : Agrégation des contrats sous IFRS 17

Comptabilisation initiale

Concernant le point de départ de la comptabilisation des produits, la date initiale de comptabilisation des contrats émis est au plus tôt la date entre (§25) :

- le début de la période de couverture du groupe de contrat ;
- la date à laquelle le premier paiement d'un assuré du groupe est dû ;
- la date à laquelle un groupe devient onéreux.

Les différentes situations possibles sont résumées sur la figure 1.3.

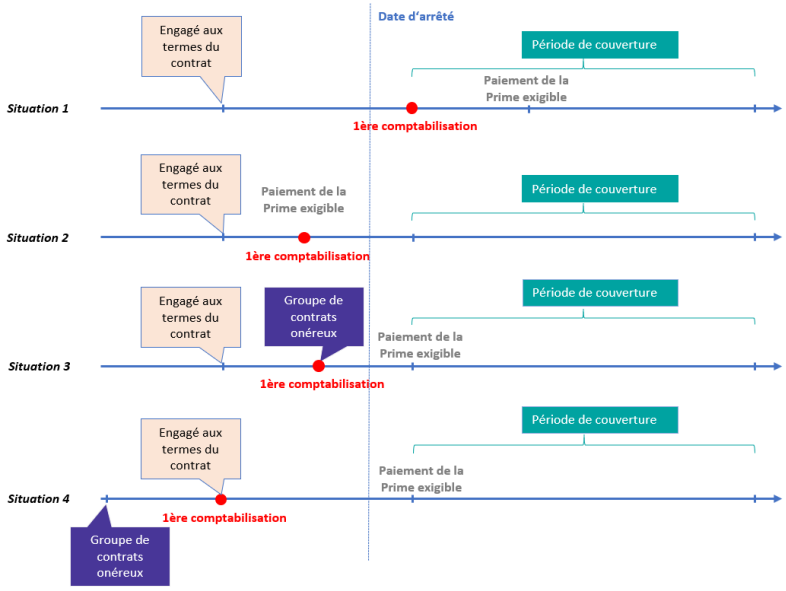


FIGURE 1.3 : Différentes situations pour la comptabilisation initiale des contrats sous IFRS 17

Agrégats bilantiels

La norme IFRS 17 défini de nouveaux agrégats bilantiels. La figure 1.4 représente les bilans simplifiés sous les normes IFRS 4 et IFRS 17.

FIGURE 1.4 : Comparaison des bilans simplifiés sous IFRS 4 et IFRS 17

Dans le bilan simplifié IFRS 4 se retrouve la *Shadow PB* qui est la participation aux bénéfices différée évoquée dans la partie *Shadow accounting* de IFRS 4 (cf. section 1.1.2). Celle-ci disparaît sous IFRS 17 avec le test de suffisance des passifs.

Le tableau 1.4 défini les provisions techniques sous IFRS 4.

Provisions IFRS 4	
Nom	**Description**
PM (provision mathématique)	Constituée pour couvrir l'engagement de l'assureur envers ses assurés
PPE (provision pour participation aux excédents)	Constituée lorsque l'assureur ne distribue pas la participation aux bénéfices immédiatement et qu'il décide de la provisionner (pour au maximum 8 ans)
PPNA (provision pour primes non acquises)	Constituée des primes déjà perçues pour couvrir les risques à venir
PSAP (provision pour sinistres à payer)	Constituée pour couvrir les coûts de l'assureur liés à des sinistres déjà survenus

Table 1.4 : Description des provisions IFRS 4

En face, les provisions techniques sous IFRS 17 se décomposent en trois nouveaux agrégats bilantiels. Le tableau 1.5 défini ces provisions.

Provisions IFRS 17	
Nom	**Description**
CSM (*Contractual Service Margin*)	Profit non acquis qu'une entité comptabilisera au fur et à mesure qu'elle fournira des services liés aux contrats d'assurance d'un groupe (§38)
RA (*Risk Adjustment*)	Compensation qu'une entreprise requiert pour supporter l'incertitude liée au montant et au calendrier des flux de trésorerie qui découlent du risque non financier (§37)
PVFCF (*Present Value of Futur Cash Flows*)	Ajustement pour refléter la valeur temporelle de l'argent et des risques financiers liés aux flux de trésorerie futurs (§36)

Table 1.5 : Description des provisions IFRS 17

Dans le chapitre 2, il sera vu comment les contrats sont évalués sous IFRS 17 et dans le chapitre 3 comment le résultat IFRS 17 est construit et les nouveautés supplémentaires que cela entraîne.

Méthodes de transition d'IFRS 4 à IFRS 17

La norme IFRS 17 oblige les assureurs à inclure un **bilan d'ouverture** reflétant l'application rétrospective de cette nouvelle norme. À la date de transition (1er janvier 2023), l'objectif pour les compagnies d'assurance est de présenter leurs états financiers comme si la norme IFRS 17 avait été appliquée dès l'origine des contrats grâce à la méthode FRA[1]. L'objectif de cette méthode, en cohérence avec les dispositions de IAS 8 ("Méthodes comptables, changements d'estimations comptables et erreurs"), est de (§C4) :

- Identifier, reconnaître et mesurer chacun des groupes de contrats d'assurance comme si IFRS 17 avait toujours été appliqué ;
- Exclure tous les mouvements qui n'auraient pas existé si IFRS 17 avait toujours été appliqué ;
- Reconnaître dans les fonds propres toute différence nette résultant des points mentionnés ci-dessus.

[1] *Full Restrospective Approach*

Cependant, les données peuvent être impossibles à collecter suite aux changements de systèmes de gestion par exemple ou à l'acquisition de portefeuilles. Les tests d'implémentation peuvent également être très importants. L'IASB reconnaît alors que, dans certains cas, l'approche rétrospective complète pourrait être très difficile à appliquer. Deux approches simplifiées sont donc applicables par groupe de contrats : MRA[1] et FVA[2]. L'arbre de décision pour les méthodes de transition se retrouve sur la figure 1.5.

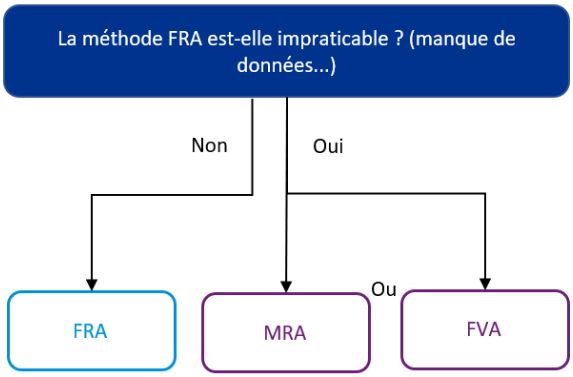


FIGURE 1.5 : Arbre de décision des méthodes de transition IFRS 17

Méthode MRA

Dans la méthode MRA, plusieurs simplifications sont permises par rapport à la méthode de base FRA (point de départ des calculs, mutualisation des générations...). La méthode MRA est une approche rétrospective qui a pour objectif d'estimer une CSM en date initiale en utilisant les données disponibles en date de transition. Son implémentation se fait en suivant les trois étapes mentionnées dans le schéma plus bas 1.6 (KPMG, 2021).

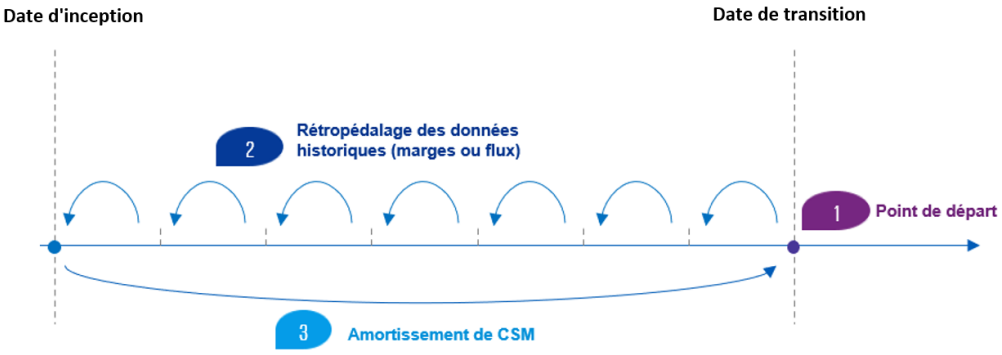


FIGURE 1.6 : Principe de la méthode de transition MRA

[1] *Modified Retrospective Approach*
[2] *Fair Value Approach*

Méthode FVA

La méthode FVA donne elle, la possibilité d'utiliser l'approche "juste valeur". Une entité doit déterminer la CSM du passif à la transition comme la différence entre : la juste valeur du groupe de contrats d'assurance à cette date et les flux de trésorerie d'exécution (FCF, soit la somme du PVFCF et du RA) du groupe de contrats à cette même date. Le schéma 1.7 schématise ce principe (KPMG, 2021).

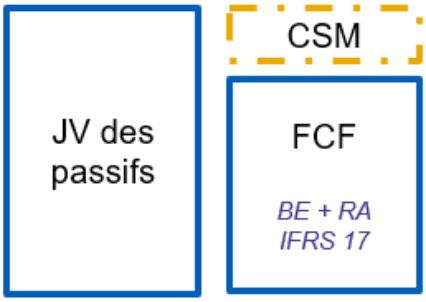


FIGURE 1.7 : Principe de la méthode de transition FVA

La définition de la juste valeur est donnée par la norme IFRS 13 (IFRS FUNDATION, 2011) §9 : *"le prix qui serait reçu pour vendre un actif ou payé pour le transfert d'un passif lors d'une transaction normale entre des intervenants du marché à la date d'évaluation".*

La difficulté de cette méthode réside dans le calcul de la juste valeur du groupe de contrats d'assurance. En effet le marché des assurances n'est pas un marché très liquide, les fusions - acquisitions sur les produits sont rares.

IFRS 17 entrera en vigueur le 1er janvier 2023. Les assureurs ont eu peu de temps pour mettre en place les exigences de la nouvelle norme et surtout pour maîtriser les impacts dans le temps de cette nouvelle comptabilisation. Les premiers audits de cette norme seront essentiels pour vérifier que les entreprises ont bien pris en compte toutes les nouveautés imposées par celle-ci.

1.2 Introduction à une mission d'audit

1.2.1 Définition et objectif d'un audit

Un audit est une procédure de contrôle de la comptabilité et de la gestion d'une entreprise. Il est réalisé par des experts spécialisés dans plusieurs domaines dans l'optique d'effectuer des évaluations, de repérer des anomalies et d'effectuer des contrôles.

Il existe plusieurs types d'audit : comptable et financier ; interne ; légal ; contractuel ou encore organisationnel.

- **L'audit comptable et financier** : contrôle que les états financiers sont établis dans tous leurs aspects significatifs conformément au référentiel comptable applicable. C'est l'audit le plus répandu. Il peut être scindé en deux : l'audit légal et l'audit contractuel ;

- **L'audit légal** : mission que recouvre le commissaire aux comptes (auditeur légal et externe à l'entreprise). Il est obligatoire pour certaines sociétés ;
- **L'audit contractuel** : contrôle des activités de l'entreprise à la demande du client, il n'est pas obligatoire par la loi ;
- **L'audit interne** : contrôle à l'intérieur de l'entreprise de la gestion des risques et du management ;
- **L'audit organisationnel** : analyse des points faibles et forts en matière d'organisation de l'entreprise.

Dans la suite de ce mémoire, seul **l'audit comptable et financier légal** sera considéré. Cette section se concentre sur la revue des grands principes de l'audit avec des exemples sur le périmètre de l'assurance. Ces informations s'appuient sur une formation KPMG (2019).

L'objectif d'un audit financier est de permettre à l'auditeur de construire une **opinion indépendante** dans l'optique de s'assurer de la régularité et la sincérité des états financiers d'une entreprise à la date de clôture. L'auditeur est tenu de construire un avis sur la conformité des comptes à un référentiel, même si celui-ci peut être négatif.

Les états financiers sont des documents préparés au moins une fois par an par une entreprise pour rendre compte de sa situation financière et de son activité. Les états financiers en normes comptables françaises comprennent :

- **Un bilan** : photographie des actifs et passifs de l'entreprise à une date donnée ;
- **Un compte de résultat** : récapitulatif des flux de produits et charges enregistrés sur la période écoulée ;
- **Des notes d'annexes** : notes explicatives et détails complémentaires. En assurance cela peut être des éléments relatifs aux méthodes de calcul de certaines provisions.

Les états financiers sont préparés selon des règles ou principes comptables bien établis. Plusieurs référentiels comptables existent : référentiel français (PCG [1] ou PCA [2]), référentiel international (IFRS), référentiel américain (US GAAP).

Les entreprises soumises aux audits financiers et comptables légaux sont celles qui dépassent deux des trois seuils suivants :

- Chiffre d'affaire hors taxes supérieur à 8 millions d'euros ;
- Total bilan supérieur à 4 millions d'euros ;
- Nombre de salariés supérieur à 50.

L'objectif final d'un audit est la certification accordée ou non par l'auditeur à une entreprise. Un rapport d'audit est délivré à la fin de la mission à l'entreprise proposant les axes d'amélioration ainsi que les mesures correctives à mettre en place. Pour les organismes d'assurance, ce rapport suit le modèle des entités d'intérêt publiques (EIP). Il existe différents types de certification : la **certification sans réserve** qui signifie que les comptes sont significativement corrects et sincères ; la **certification avec réserve** lorsque l'auditeur est en désaccord avec l'une des parties des comptes et que des éléments sont à revoir par l'entreprise et pour finir le **refus de certifier** lorsque l'auditeur ne peut pas donner son opinion sur les comptes (soit car il y a des problèmes majeurs soit parce qu'il manque des informations). Dans le domaine des assurances, lorsque l'auditeur sait qu'il va y avoir un refus de certifier, la première chose à faire est de prévenir l'ACPR[3].

[1] Plan comptable général
[2] Plan comptable assurance
[3] Autorité de contrôle prudentiel et de résolution

La signature de l'auditeur lors de la certification confère au lecteur des états financiers (actionnaires, banquiers, fournisseurs, clients, salariés...) un certain degré d'assurance quant à la fiabilité des informations dont il dispose. La responsabilité de l'auditeur est donc engagée.

1.2.2 Responsabilité de l'auditeur

Les responsabilités de l'auditeur ne sont pas de corriger toutes les erreurs existantes dans les états financiers et de vérifier toutes les procédures mises en place par l'entreprise une à une. Son rôle est de repérer les vérifications significatives à faire, d'identifier là où les risques sont les plus importants.

L'auditeur a une **obligation de moyen**, non pas de résultat. C'est à dire qu'il doit obtenir l'assurance raisonnable (et non absolue) qu'il n'y ait pas d'anomalie significative dans les comptes de l'entreprise. Il doit pouvoir démontrer qu'il a mis en œuvre les diligences suffisantes, cependant, celles-ci n'excluent pas que des anomalies ne soient pas détectées.

Comme l'auditeur donne une opinion de régularité par rapport à un référentiel, celui-ci doit être défini. En effet, pour affirmer que des provisions sont correctement calculées il faut préciser le référentiel de calcul. Il existe plusieurs référentiels comptables (*French Gaap*, Solvabilité II, IFRS 17...) et plusieurs référentiels d'audit (ISA[1], NEP[2]...).

L'auditeur doit respecter des normes professionnelles (obligation de faire preuve d'**esprit critique** par exemple) et d'éthique. Il doit être **indépendant** : il ne peut pas avoir participé à la réalisation des états financiers qu'il certifie et ne peut pas donner de conseils stratégiques.

Les auditeurs documentent, évaluent, et testent le contrôle interne (ensemble des sécurités contribuant à la maîtrise de l'entité) mis en place par l'entreprise mais il leur est interdit de concevoir et mettre en place les contrôles pour l'entreprise pour des raisons d'indépendance. C'est la direction de l'entité qui est responsable de la conception d'un contrôle interne robuste et du maintien de son efficacité dans le temps. Pour finir, les auditeurs ont une responsabilité de confidentialité et ne peuvent pas divulguer des informations confidentielles du client qu'ils auraient pu voir lors de leur mission d'audit.

L'esprit critique

L'esprit critique est un concept clé en audit qui implique de ne pas se fier sans vérification aux propos du client et aux travaux des années précédentes. En effet, il est possible que l'année N-1 tous les tests et contrôles n'aient soulevé aucune anomalie significative et que ce ne soit pas le cas cette année N. D'une année sur l'autre, il y a pu avoir des changements de politique ou des changements de réglementation par exemple. Le principal est de ne pas avoir d'éléments qui influe dans la mission d'audit en cours.

[1] *International Standards on Auditing*
[2] Normes Exercices Professionnelles

1.2.3 Déroulé d'une mission d'audit

Le déroulé d'une mission d'audit est schématisé sur la figure 1.8.

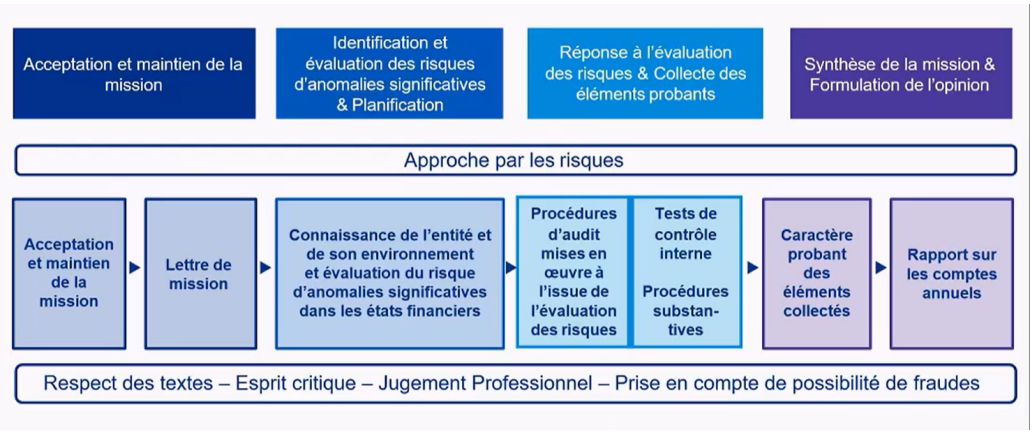


FIGURE 1.8 : Schéma du déroulé type d'une mission d'audit

Tout au long de l'année, l'entreprise enregistre ses transactions comptables. L'intervention de l'auditeur, elle, est limitée dans le temps. Généralement, la mission s'étale du mois d'octobre au mois de mars pour les entreprises clôturant leurs comptes au 31 décembre (ce qui est le cas dans le secteur des assurances).

La **première étape** (acceptation et maintien de la mission) permet de définir le **cadre de la mission**. En cas de première année d'audit, cela permet à l'auditeur de connaître le client. En effet, l'auditeur est nommé par les actionnaires réunis en assemblée générale pour un mandat de six exercices renouvelables ou non. Cette première étape permet d'adapter la démarche d'audit aux spécificités du client, d'identifier dans quel référentiel l'audit se situe, la période d'intervention des auditeurs et quelles ressources seront nécessaires.

Pour les entreprises d'assurance, les équipes d'audit font appel à des actuaires. Il est alors nécessaire de définir le rôle de chaque partie dans la mission d'audit et notamment, c'est dans cette première étape, que les périmètres et limites de chacune sont définies (par exemple quelle partie contrôle la qualité des données).

La **deuxième étape** permet de définir **l'approche d'audit** en fonction des risques significatifs que l'équipe d'audit voit à priori dans les états financiers. Cette étape implique de prioriser les risques (par exemple une provision peut être plus à risque qu'une autre dans un environnement de taux bas ou il peut y avoir eu des changements de réglementations récents qui entraînent des modifications de calculs etc). Cela permet de repérer les tests et procédures à réaliser.

Les risques significatifs sont déterminés grâce à des **seuils de signification**. Ces seuils varient en fonction de la taille de l'entreprise et sont déterminés par rapport à des indicateurs comptables (total du bilan, chiffre d'affaire, résultat net, fonds propres...). L'auditeur détermine trois seuils de signification différents :

– **Seuil de matérialité** : c'est le seuil le plus élevé. Il permet d'émettre le niveau de certification à un niveau de "confiance" donné ;

- **Seuil de planification** : c'est le seuil utilisé en pratique dans les travaux d'audit. Lors des travaux, les équipes d'audit ne couvrent pas l'entièreté des risques possibles (il y a un risque de non détection). Cela implique que pour émettre une opinion à un seuil de matérialité donné il faut avoir un seuil de travail légèrement plus faible (environ 75 % du risque de matérialité). Pour expliquer ce principe, le parallèle avec des notions statistiques est intéressant : les équipes d'audit cherchent la vraie opinion, mais les travaux réalisés vont donner un estimateur de cette opinion. Cela permet d'être raisonnablement certain que si l'estimateur indique qu'il y a une certification sans réserve alors il est possible de certifier sans réserve (même si l'estimateur n'est pas parfait) ;
- **Seuil minimum d'anomalie** : un risque est significatif s'il dépasse ce seuil minimum. Si un écart dans les travaux d'audit et la réalité du client est supérieur à ce seuil, il faut obligatoirement remonter l'anomalie. La somme algébrique des anomalies remontée ne doit pas dépasser le seuil de planification pour certifier sans réserve.

Exemple simplifié : Les seuils de signification sont fixés dans le tableau 1.6.

Seuil de signification	5 M€
Seuil de planification	3,7 M€
Seuil minimum d'anomalie	200 000 €

TABLE 1.6 : Seuils de signification

Dans cette exemple, une surévaluation des comptes client de 50 000 € est une anomalie mais elle n'est pas significative (50 000 inférieur à 200 000). Cette erreur n'est donc pas remontée dans les rapports d'audit mais c'est cependant une anomalie à vérifier. Il est nécessaire de comprendre pourquoi il y a un écart car cela peut être révélateur d'une autre anomalie qui elle, pourrait être significative. Par contre, une erreur dans les comptes de personnes pour 210 000 € est une anomalie significative à remonter.

La **troisième étape** est l'étape de réalisation des tests et des procédures substantives définis à l'étape précédente. Les procédures substantives sont des procédures additionnelles aux tests de contrôles car ceux-ci ne suffisent pas pour constituer des preuves d'audit. Il existe deux types de procédures substantives :

- **Procédures analytiques substantives** : elles permettent d'apprécier les informations financières à partir de leurs corrélations avec d'autres informations et de l'analyse des variations significatives ou des tendances attendues (par exemple un test de cohérence du résultat technique par l'analyse des marges) ;
- **Tests de détail** : procédures d'audit sur des éléments individuels ou des transactions constituant un compte ou une information en annexe.

Lors de cette troisième étape, la première approche à avoir est de mesurer la pertinence et l'efficacité des contrôles mis en oeuvre par l'entité. Un contrôle est une action mise en place par la direction afin de prévenir, détecter et corriger une anomalie significative provenant d'une erreur ou d'une fraude (par exemple, rapprocher le montant du règlement à la facture avant de signer le chèque est un contrôle). Il existe différents types de test à effectuer sur les contrôles de l'entité :

- ***Test of design*** : ce test vérifie que le contrôle est correctement conçu et qu'il permet de prévenir / détecter un certain risque bien identifié. Généralement ce test est réalisé en inspectant la documentation du contrôle ;

- ***Test of implementation*** : ce test vérifie que le contrôle est bien construit et que son implémentation respecte la documentation ;
- ***Test of effectiveness*** : ce test permet de vérifier l'efficacité du contrôle (fréquence du contrôle, utilisation des résultats...) .

Pour finir sur l'audit des contrôles de l'entité, des tests de cheminement peuvent être effectués. Le bureau des auditeurs général du Canada défini un test de cheminement (Office of the auditor, 2022) : *"Un test de cheminement consiste à analyser et à observer de près le fonctionnement d'un processus pour permettre à l'équipe d'audit de comprendre les contrôles en suivant les transactions à l'intérieur du système de contrôle. Cette procédure est utilisée pour acquérir une compréhension détaillée des activités liées au contrôle en suivant le déroulement de ces activités, du début à la fin. Généralement, un seul test de cheminement suffit pour chaque contrôle."*

Ensuite, si l'équipe d'audit réalise que certains tests sont manquants et auraient dû être réalisés par l'entité, les auditeurs les effectuent eux-mêmes. Pour finir, un certain nombre de procédures substantives sont réalisées pour compléter les travaux.

La **dernière étape** est la synthèse de la mission et la constitution du rapport d'audit. Cette étape est réalisée par l'équipe d'audit, le rôle des actuaires est de réaliser une note de synthèse destinée à l'équipe d'audit et de mettre à disposition tous les travaux et documents utilisés lors de la mission.

1.2.4 Approches d'audit

Assertions des états financiers

Comme dit précédemment, les équipes d'audit vont regarder tous les risques / comptes significatifs, c'est à dire ceux où il pourrait y avoir des erreurs. Sur ces comptes, des assertions vont être réalisées en suivant les grands thèmes (CEAVOP) du graphique 1.9

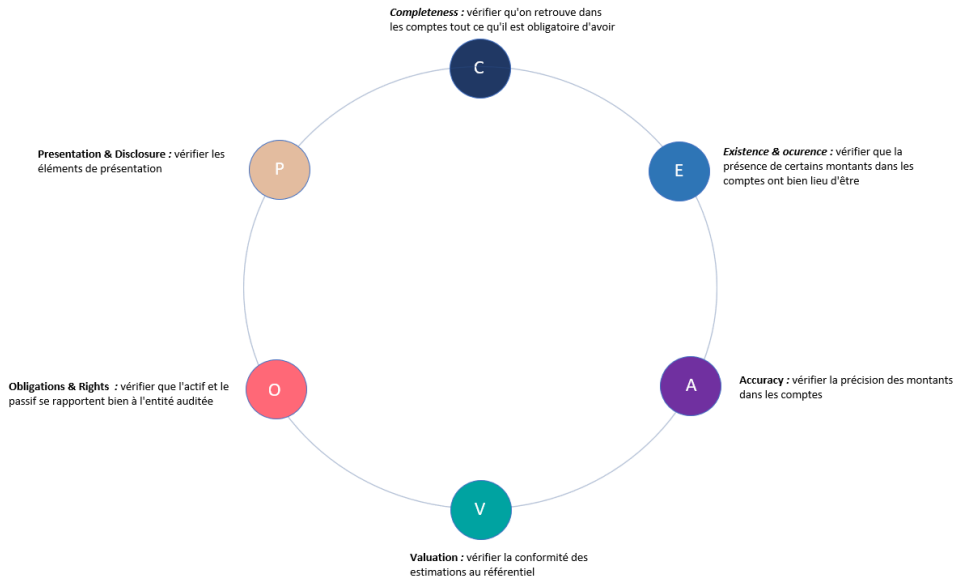


Figure 1.9 : Assertions des états financiers (CEAVOP)

Dans le tableau 1.7 des exemples spécifiques au domaine des assurances sont cités pour chaque assertion.

Assertion	Exemple
Exhaustivité (*Completeness*)	Tous les engagements sont bien provisionnés (y compris les garanties annexes, IBNR...)
Existence et réalité (*Existence and occurence*)	L'existence de provisions à charge des réassureurs doit mener à un montant cédé couvert par un traité de réassurance
Exactitude (*Accuracy*)	Les PM doivent être calculées conformément aux règles du code des assurances
Évaluation (*Valuation*)	L'évaluation au bilan doit correspondre à un montant acceptable dans le référentiel considéré
Droits et obligations (*Obligations and rights*)	En cas de coassurance, il faut savoir si celle-ci est solidaire ou non solidaire pour savoir exactement qui porte quoi
Présentation et annexes (*Presentation and disclosure*)	Les primes non encore dues sont en moins de la PVFCF

TABLE 1.7 : Exemples d'assertions spécifiques aux assurances

Les techniques d'audit

Il existe différentes techniques d'audit, celles les plus utilisées par les actuaires sont les suivantes :

- **Comparaison** : comparaison d'un montant enregistré en comptabilité avec la pièce justificative. Par exemple, cela peut être un rapprochement entre le montant du sinistre payé et la pièce justificative ;
- **Contrôle arithmétique** : recalcul de certains montants comme les PM, PPNA, PGG (les hypothèses ayant été validées en amont). Un concept très important lié à cette technique est le **double regard**. Cette notion implique que l'auditeur qui refait un calcul ne peut pas contrôler la justesse de son calcul lui-même. Une autre personne de l'équipe d'audit devra vérifier ce calcul. C'est une double sécurité ;
- **Confirmation** : demande à un tiers de confirmer le montant qu'il y a dans les comptes. Par exemple, pour l'audit des provisions techniques une demande au réassureur s'il a le même montant de créance est possible ;
- **L'enquête** : recueil des informations auprès des personnes concernées sur le mode de réalisation d'un contrôle. Par exemple, cela peut être des échanges avec la direction technique pour comprendre l'objectif et les modalités d'un contrôle sur les provisions ;
- **Inspection ou examen** : contrôle des enregistrements et/ou des documents utilisés lors de la réalisation d'un contrôle. Par exemple, cela peut être un contrôle du document présentant l'analyse du rapprochement entre les provisions techniques IFRS et le *Best Estimate* ;
- **Réitération** : refaire des contrôles que l'entreprise a déjà mis en place pour vérifier qu'on retrouve le même montant. Par exemple, la récurrence des PM est un contrôle fait en entreprise que les équipes d'audit peuvent refaire.

1.2.5 Les points de vigilance

La fraude

La fraude est possible, elle se caractérise généralement par deux sujets :

- **Détournement d'actifs**. Ce n'est pas un sujet qui concerne l'équipe actuariat ;

- **Manipulation des états financiers** : les comptes sont délibérément faux (omission volontaire de chiffres ou informations visant à induire en erreur les utilisateurs des états financiers).

L'ISA (2021) donne une définition de la fraude : *"acte intentionnel commis par un ou plusieurs membres de la direction, personnes constituant le gouvernement d'entreprise, employés ou tiers, impliquant des manœuvres dolosives dans le but d'obtenir un avantage indu ou illégal".*

Dans le domaine des assurances elle peut se manifester par exemple, par un comportement volontaire du client de réduire ses provisions dans les comptes pour avoir un résultat plus élevé.

Pour détecter les fraudes, les équipes d'audit doivent garder un esprit critique et réaliser que les dirigeants peuvent dépasser les limites. Les décisions de fraude ne sont jamais prises par une seule personne, il est donc possible de demander des lettres d'affirmation (sur la justesse des hypothèses ou des paramètres par exemple) pour dissuader les personnes de cacher la vérité.

Durant la mission d'audit, certains éléments très significatifs sont regardés à chaque clôture des comptes, mais pour éviter de passer à côté de fraudes, l'équipe d'audit doit varier ses procédures et ne pas toujours chercher les anomalies aux mêmes endroits.

Le risque d'audit

Le risque d'audit est le risque que l'auditeur émette un rapport exprimant une opinion sans réserve sur des états financiers comportant des erreurs ou des fraudes significatives non décelées.

Le risque d'audit se décompose en deux éléments : le risque d'anomalie significative (ROMM) et le risque de non détection :

- **Le risque de non détection** : c'est le risque que les procédures d'audit ne permettent pas de déceler des anomalies existantes et qui pourraient être significatives ;
- **Le ROMM** : c'est le risque que les états financiers puissent contenir des anomalies significatives. Il s'apprécie avant la réalisation des procédures substantives. Il se décompose en risque inhérent et en risque de contrôle interne.

Le **risque de contrôle interne** est le risque que le contrôle interne de l'entité ne parvienne pas à prévenir ou détecter et corriger en temps voulu une anomalie qui pourrait être significative.

Le **risque inhérent** est la possibilité qu'une assertion d'un compte significatif ou une information significative en annexe soit affectée par une anomalie qui pourrait être significative (avant prise en compte du contrôle interne). Par exemple, les provisions techniques du fait de leur montant peuvent avoir un risque inhérent important qui pourraient avoir un impact sur les comptes.

1.2.6 Exemple simplifié d'audit d'un processus interne

Dans cette sous-section, l'application des principes d'audit vu précédemment sur un processus interne simplifié est réalisée : l'établissement des réserves mathématiques d'un contrat d'assurance vie sur fond euros et le paiement de son sinistre.

Le processus simplifié est schématisé sur la figure 1.10

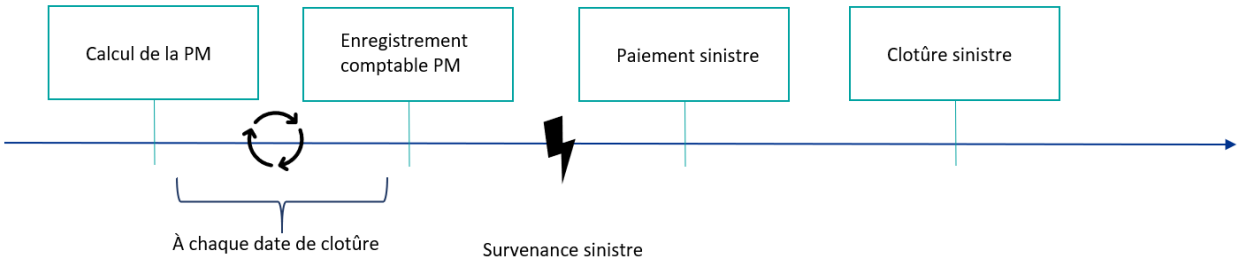


FIGURE 1.10 : Processus interne simplifié du calcul des réserves et du paiement du sinistre d'un contrat

La provision mathématique est le montant du dépôt de l'assuré capitalisé au taux technique et probabilisé (probabilité de survie de l'assuré, probabilité de rachat). Celle-ci est revue annuellement à chaque date de clôture. Le risque à ce niveau est que le calcul de la réserve soit mal réalisé notamment au niveau des estimations des probabilités de décès et rachat. Comme indiqué précédemment, un risque de fraude peut avoir lieu sur ce calcul. Pour auditer ce point, il faudra tout d'abord réalisé les *test of design*, *test of implementation*, *test of effectiveness* sur les contrôles de l'entité liés à ce calcul. Les contrôles doivent tester l'exactitude du montant et la cohérence de son évolution dans le temps.

Au niveau des procédures substantives, un contrôle arithmétique est nécessaire. Les auditeurs recalculent la réserve mathématique établit à la date de clôture. Les hypothèses de décès et de rachat doivent êtes revues en amont de ce calcul.

Au niveau de l'enregistrement comptable, le risque est que le montant enregistré en comptabilité ne soit pas le même que celui calculé par les experts de l'entité. Ceci est souvent dû au traitement manuel de cette action. Pour auditer ce point, une comparaison est nécessaire entre le montant enregistré en comptabilité et la pièce justificative du calcul de la réserve.

Les risques au niveau du paiement du sinistre sont : le mauvais montant est payé, le montant est envoyé au mauvais bénéficiaire ou encore le bénéficiaire n'est pas trouvable. Lors de l'audit, il faudra vérifier l'exactitude du montant payé et son enregistrement en comptabilité. Il faudra aussi vérifier que le montant à été payé au bon bénéficiaire et que l'entité a mis en place toutes les démarches pour le faire si le bénéficiaire n'est pas trouvable.

Lors de la clôture du sinistre, le risque est qu'un contrat dont la prestation a été versée existe toujours en comptabilité avec une PM non nulle.

Les missions d'audit sont des procédures très normées, elles impliquent d'être réalisées par des professionnels qui ont la responsabilité de certifier les états financiers d'une entreprise. Dans le cas des entreprises d'assurance, les équipes d'audit font appel à des actuaires.

1.3 Le rôle des actuaires dans les audits IFRS 17

Les actuaires sont des professionnels qui appliquent les mathématiques et plus particulièrement les statistiques à des problématiques financières et assurantielles. Ils utilisent leurs connaissances en théorie du risque dans les domaines comme **l'assurance vie**, **l'assurance non vie** et **la réassurance**.

Les actuaires se retrouvent principalement dans les différents services des compagnies d'assurance (tarification, provisionnement, gestion des risques, modélisation...) mais aussi dans les cabinets de conseils pour travailler sur des missions variées pour les entreprises. Parmi ces missions, les actuaires peuvent se retrouver à participer à des audits (en support des équipes d'audit) pour appliquer leurs connaissances et détecter les anomalies dans les comptes du client.

Comme dit précédemment, la nouvelle norme IFRS 17 engendre de nombreuses nouveautés pour les assureurs. La première année d'adoption de cette nouvelle norme ne sera pas une année d'audit classique car IFRS 17 va obliger les assureurs à instaurer de nouvelles méthodes comptables, de nouveaux systèmes de gestion, de nouvelles mesures de performance et il faudra donc vérifier tous ces éléments en détail. Cela impose aux actuaires d'avoir un rôle plus important dans les audits IFRS 17 des compagnies d'assurance à venir. En effet, les actuaires, en plus d'également devoir comprendre cette norme dans les détails doivent aussi appréhender toutes les différentes méthodes qui seront utilisées chez les assureurs. Lors des premiers audits, les actuaires auront un gros travail de réflexion pour vérifier que les méthodes mises en place chez les assureurs sont en cohérence avec les principes d'IFRS 17 et devront guider les équipes d'audit qui auront moins de connaissances techniques sur ce nouveau référentiel.

Les problématiques pour les actuaires sont alors : comment anticiper en amont des premiers audits IFRS 17 les risques auxquels ils pourront faire face et comment vérifier l'exactitude des états financiers établis sous IFRS 17 ?

Le chapitre 2 de ce mémoire est dédié à la première partie de cette problématique et correspond à l'étape 2 d'une mission d'audit vue précédemment. La construction d'un processus d'audit pour un assureur épargne sera réalisée.

Chapitre 2

Processus d'audit IFRS 17 pour un assureur épargne éligible au modèle d'évaluation *Variable Fee Approach* (VFA)

La norme IFRS 17 établit les principes de comptabilisation, d'évaluation et de présentation des contrats d'assurance. Concernant la partie évaluation, elle a établi différents modèles (BBA[1], PAA[2], VFA[3]) applicables aux groupes de contrats.

Ce chapitre se dédie à expliciter ces différents modèles et par la suite, le modèle utilisé pour les contrats épargne (VFA) est celui qui fait l'objet de cette étude. Dans la deuxième partie de ce chapitre, les problématiques en audit que ce modèle implique sont identifiées et un processus d'audit global pour ce périmètre est construit.

2.1 Évaluation des engagements sous IFRS 17

2.1.1 Provisionnement sous IFRS 17

Sous IFRS 17, les provisions techniques se décomposent en deux grands types :

- ***Liability for remaining coverage*** (LRC) : cette provision représente l'obligation de l'assureur de payer pour les événements assurés futurs. Elle est complétée par une composante de perte (LC[4]) si le contrat est onéreux ;
- ***Liability for incurred claims*** (LIC) : cette provision représente l'obligation de l'assureur de payer pour les événements assurés qui se sont produits (non encore réglés) qu'ils aient ou non été déclarés.

[1] *Bulding Block Approach*
[2] *Premium Allocation Approach*
[3] *Variable Fee Approach*
[4] *Loss component*

La figure 2.1 représente la période de constitution de ces deux provisions.

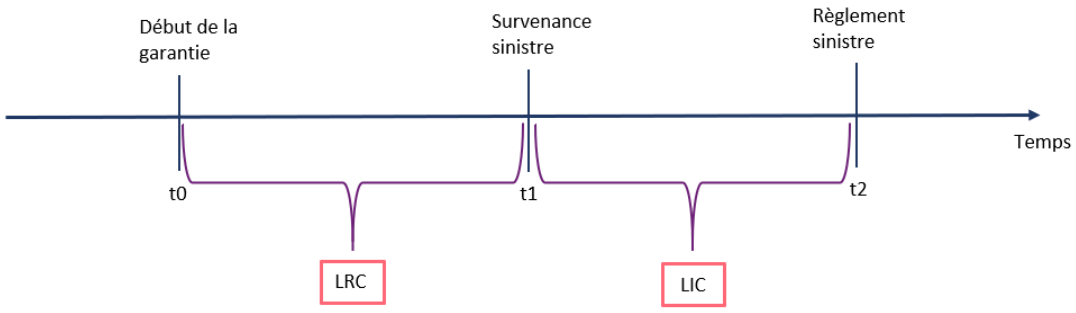


FIGURE 2.1 : Période de constitution des provisions LRC et LIC

L'objectif de la norme IFRS 17 étant de garantir que les états financiers des différentes entités sont bien établis et harmonisés, celle-ci établit les exigences relatives à l'évaluation des contrats d'assurance, communément appelées le **modèle général** (BBA). Découlent de ce modèle général deux versions modifiées et simplifiées pour s'adapter aux caractéristiques de certains contrats : les modèles PAA et VFA.

En fonction des modèles d'évaluation, le calcul de la provision LRC diffère. Le calcul de la provision LIC, quant à lui, reste inchangé quelle que soit la méthode d'évaluation des contrats.

Ces trois modèles ont pour but d'évaluer les éléments du passif au bilan d'un assureur et fournir des informations fiables sur la rentabilité des contrats d'assurance. Cette évaluation s'effectue par unité de mesure. Les trois modèles se distinguent au niveau de leur champ d'application et leur méthode de comptabilisation.

2.1.2 Le modèle général

Le modèle général est le modèle d'évaluation applicable par défaut. Il est utilisé pour les contrats sans participation directe aux bénéfices. Plus précisément, les contrats non participatifs[1] et les contrats participatifs indirects[2] sont éligibles à ce modèle. Les types de contrats généralement concernés par ce modèle sont par exemple : assurance emprunteur et contrat non-vie avec période de couverture longue.

La constitution de la provision LRC sous le modèle BBA est la suivante (§32) :

- ***Fulfilment Cash Flows*** (FCF) : estimation explicite, non biaisée et pondérée en fonction des probabilités, de la valeur actuelle des flux de trésorerie attendus qui découleront de l'exécution des contrats par l'entité. Ils sont décomposés eux-mêmes en deux éléments :
  - *Present Value of Futur Cash Flow* (PVFCF) décomposée en :
    - Des estimations des flux de trésorerie futurs liés aux services futurs ;
    - Un ajustement pour refléter la valeur temporelle de l'argent et les risques financiers liés aux flux de trésorerie futurs ;

[1] Les assurés ne participent pas aux résultats financier et technique de l'assureur (exemple : les contrats automobiles)
[2] Le choix de la participation aux résultats financier et technique des assurés revient entièrement à l'assureur (exemple : les contrats temporaire décès)

  - Un ajustement pour risques non financiers ou en anglais *risk adjustment* (RA).

- ***Contractual Service Margin*** (CSM).

La constitution de la provision LIC ne diffère pas en fonction des modèles comptables et est seulement constituée des FCF.

La figure 2.2 représente la décomposition du passif d'un groupe de contrats d'assurance évalué sous BBA.

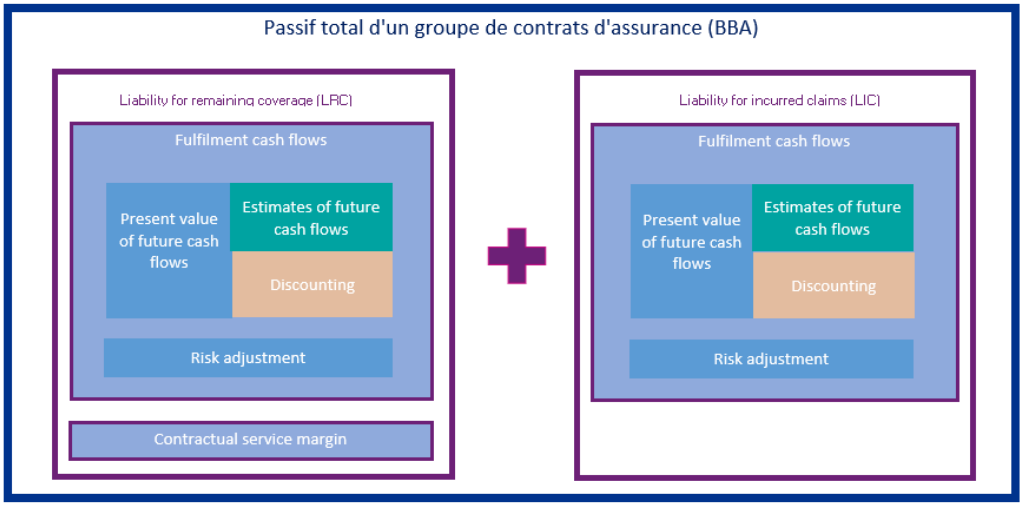


FIGURE 2.2 : Décomposition du passif sous la méthode BBA

Trois éléments constitutifs se distinguent de ce passif : **la PVFCF**, **le RA** et **la CSM**. Ce sont les blocs que l'on a précédemment vus au bilan IFRS 17 (voir chapitre 1.4). Ces trois éléments sont caractéristiques de la norme et ne se retrouvent pas dans d'autres référentiels. Une description détaillée de ceux-ci se trouve dans la suite.

Present Value of Futurs Cash Flows

Par définition, la PVFCF est la meilleure estimation actuelle, explicite, non biaisée, pondérée, actualisée des flux de trésorerie futurs rattachés à un groupe de contrats. Cette notion se rapproche beaucoup du **BEL**[1] introduit sous la directive Solvabilité II. Par abus de langage, la PVFCF sera notée BEL dans la suite de ce mémoire.

La mesure du BEL se fait donc en définissant :

- Les flux de trésoreries rattachés au contrat via la **frontière de contrat** ;
- Une **courbe des taux** pour l'actualisation des flux dans l'optique de refléter la valeur temps de l'argent.

Ces deux points vont faire l'objet de la suite de cette partie.

[1] *Best Estimate Liability*

Frontière de contrat

Les différents flux afférents aux contrats peuvent être des flux entrants ou des flux sortants. À la différence de la directive Solvabilité II, la norme IFRS 17 prend en compte les flux de trésorerie et non les flux comptables (par exemple, sous IFRS 17, tant qu'elles ne sont pas payées les primes futures sont intégrées aux provisions techniques). D'autres différences existent, en particulier, IFRS 17 tient compte des **versements libres**[1] (§B65a) ce qui a des impacts financiers et opérationnels importants. Notamment, il est nécessaire de modéliser ces versements et la volatilité dans le BEL qui en résulte. Pour finir, en IFRS 17, seuls les frais directement **attribuables** aux contrats sont pris en compte (§B65). Sont considérés comme attribuables tous les coûts directs que l'assureur engage en lien avec ses contrats (par exemple : frais d'acquisition des contrats). Les frais indirects (loyers, licences de logiciels) ne sont pas des frais à considérer pour l'évaluation des contrats à la différence de Solvabilité II.

La frontière de contrat distingue les flux futurs attendus liés aux contrats d'assurance existants de ceux liés aux contrats d'assurances futurs. Elle est révaluée à chaque date de clôture et peut donc changer dans le temps.

La norme IFRS 17 (§34) définit la frontière de contrat comme : *"les flux de trésorerie sont compris dans le périmètre d'un contrat d'assurance s'ils découlent de droits et obligations substantiels qui existent au cours de la période de présentation de l'information financière dans laquelle l'entité peut contraindre le titulaire de contrat d'assurance à payer les primes ou dans laquelle elle a une obligation substantielle de lui fournir des services"*. Le graphique 2.3 schématise la procédure pour déterminer si un flux est inclus ou exlus de la frontière de contrat.

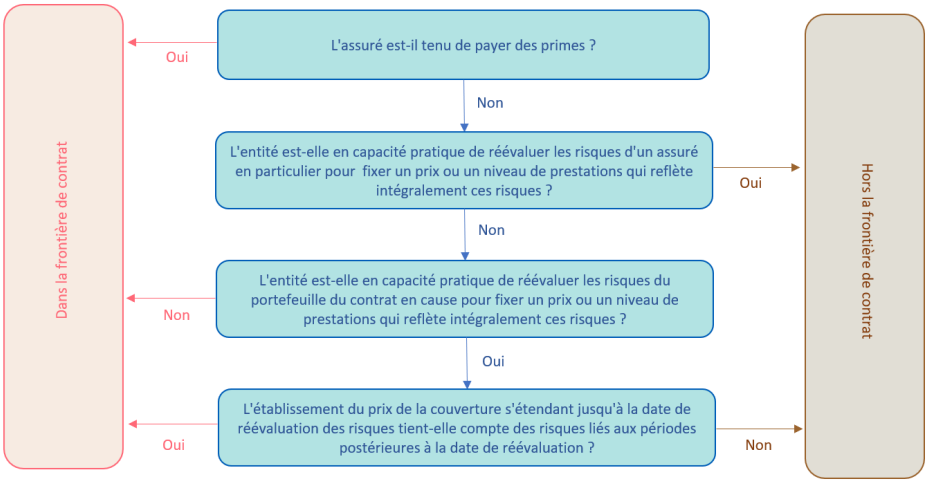


FIGURE 2.3 : Flux de trésoreries inclus / exclus de la frontière de contrats

Cependant, la norme ne liste pas les flux précis à prendre en compte pour l'évaluation des contrats. Cette détermination revient aux assureurs qui devront soigneusement justifier leur choix. Le tableau 2.1 donne des exemples de flux à considérer dans / hors la frontière de contrat.

[1] Le versement libre permet au souscripteur d'alimenter son contrat quand il le souhaite, en fonction de ses capacités d'épargne

Dans la frontière	Hors la frontière
Primes et autres coûts chargeables à l'assuré	Flux qui peuvent naître des contrats futurs
Indemnisations payés à l'assuré	Paiements aux / des réassureurs
Coût de maintenance et d'administration du contrat	Coût d'acquisition non directement lié à l'obtention du portefeuille de contrat

TABLE 2.1 : Exemples de flux inclus / exclus de la frontière de contrat

Taux d'actualisation

L'actualisation est un principe important pour l'évaluation des contrats sous IFRS 17 et permet notamment de refléter la valeur temporelle de l'argent. La valeur temporelle de l'argent est l'idée qu'un montant d'argent reçu ou émis aujourd'hui vaut davantage qu'un même montant reçu ou émis plus tard. Ce principe repose sur les concepts d'actualisation et d'intérêt.

La norme précise en effet (§36) : *"L'entité doit ajuster les estimations de 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 les estimations de flux de trésorerie. Les taux d'actualisation appliqués aux estimations de flux de trésorerie futurs doivent :*

- *Refléter la valeur temps de l'argent, les caractéristiques des flux de trésorerie et les caractéristiques de liquidité des contrats d'assurance ;*
- *Cadrer avec les prix de marché courants observables (s'il en existe) 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."*

À la différence de la directive Solvabilité II, la courbe pour l'actualisation des flux n'est pas fournie par l'EIOPA[1]. L'assureur se doit de construire une courbe des taux consistante avec le marché et qui reflète les caractéristiques des passifs d'assurance. En fonction des caractéristiques des flux ou du modèle d'évaluation utilisé, les taux d'actualisation peuvent ne pas être les mêmes (§B72). Sont distingués :

- Les **taux courants** : ce sont les taux à utiliser au moment où est effectué le calcul ;
- Les **taux historiques** : ce sont les taux à utiliser à la date de comptabilisation initiale du groupe de contrat ;
- Les **taux effectifs** ;
- Les **taux à la survenance** : ce sont les taux à utiliser à la date de survenance du sinistre.

Pour satisfaire les exigences de la norme il a été vu que l'assureur doit faire preuve de jugement. Deux familles de méthode (*Top Down* et *Bottom up*) sont néanmoins conseillées par la norme IFRS 17.

- Méthode ***Top Down*** : le point de départ est le rendement d'un actif financier risqué auquel il est enlevé ce qui a été identifié comme du crédit. Deux étapes sont alors nécessaires pour cette méthode : construire une courbe de rendement avec un **portefeuille de référence** et estimer une **prime de risque** ;

[1] *European Insurance and Occupational Pensions Authority*

– Méthode ***Bottom Up*** : le point de départ est le taux sans risque auquel est rajouté ce qui a été identifié comme de la liquidité. Deux étapes sont alors nécessaires pour cette méthode : construire une **courbe de taux sans risque** et estimer une **prime de liquidité**.

Le graphique 2.4 illustre le concept de ces deux méthodes (les pourcentages indiqués sont des exemples).

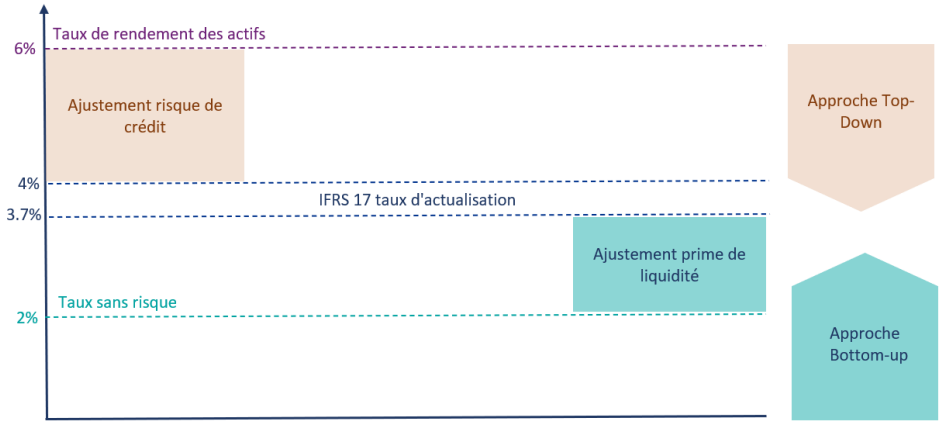


FIGURE 2.4 : Principe simplifié des méthodes *Top Down* et *Bottom Up*

Pour plus d'informations le lecteur pourra se référer au mémoire : BRU (2022), et les méthodes sont détaillés dans les paragraphes B79, B80 du texte de norme.

Risk Adjustment

IFRS 17 (§B86) impose qu'une entreprise comptabilise un ajustement pour risque non financier (le risque financier est lui capté dans le calcul du BEL). Les risques non financiers captés par le RA sont par exemple le risque de déchéance[1] ou le risque de charges[2].

Le RA permet d'informer les lecteurs d'états financiers sur l'aversion au risque de l'entreprise et le degré de la diversification qu'elle inclut lorsqu'elle détermine la rémunération qu'elle exige pour supporter ce risque. Par conséquent, pour un même risque, différentes entités n'auront pas la même valeur de RA (une entité plus risquophobe aura un RA plus élevé).

Comme pour les autres principes, la norme IFRS 17 ne décrit pas de méthode pour calculer le RA. Pour déterminer cette valeur, certaines caractéristiques sont à considérer. Par exemple, des contrats à courte durée, ou des risques à haute fréquence et faible sévérité doivent conduire à un RA plus faible. Au contraire, les risques catastrophes (faible fréquence et forte sévérité) ou les risques avec une distribution de probabilité large doivent conduire à un RA plus important.

L'IASB propose d'utiliser trois méthodes pour déterminer le RA :

– la *Value at Risk* (VaR) ;
– la *Conditional Tail Expectation* (CTE) ;
– le coût du capital.

[1] Risque que le titulaire du contrat résilie son contrat à une date antérieure ou postérieure à celle à laquelle l'assureur s'attendait

[2] Risque d'augmentation inattendue des frais administratifs

Les acteurs peuvent néanmoins, choisir d'utiliser d'autres méthodes tant que celles-ci sont justifiées. Généralement, les acteurs s'appuient sur la valeur du BEL pour déterminer leur RA. L'entité a le devoir de préciser quelle méthode elle utilise en annexe de ses états financiers et le niveau de confiance associé.

Pour plus d'informations sur les méthodes de calcul du RA, le lecteur est amené à consulter le mémoire de Warari (2019).

Contractual Service Margin

La dernière étape pour mesurer un groupe de contrats d'assurance est de déterminer la CSM. C'est une composante du passif, nouvelle et caractéristique de la norme IFRS 17. Le but de cette composante est d'éviter que les assureurs reconnaissent en profit des services dès l'émission du contrat mais plutôt d'écouler les profits sur les périodes où le service est rendu.

La CSM est mesurée une première fois à la date de comptabilisation initiale, puis, à chaque clôture elle est ajustée des changements des FCF et amortie en résultat. Ce principe permet de lisser le résultat de l'assureur dans le temps.

Évaluation initiale

Lors de la comptabilisation initiale, la CSM est le total de (§38) :

- FCF ;
- décomptabilisation de tout actif comptabilisé au titre des flux de trésorerie d'acquisition d'assurance liés au groupe de contrats ;
- tout flux de trésorerie découlant des contrats du groupe à cette date.

Si cette somme est une sortie de trésorerie nette cela implique que le groupe de contrat est **onéreux**. Dans ce cas, la CSM prend la valeur zéro et une perte est immédiatement comptabilisée en résultat. Par définition la CSM ne peut pas être négative. Au contraire, si cette somme est une entrée de trésorerie alors la CSM vaut le montant opposé à cette entrée.

Pour les contrats déjà en cours avant la transition IFRS 17, la CSM à la date de comptabilisation initiale est déterminée par les **méthodes de transition** vues au chapitre 1.1.3.

Évaluations ultérieures

Les FCF sont réévalués à chaque date de clotûre pour maintenir leur caractère **actuel** et **explicite**. Ces réévaluations se reflètent en résultat, en OCI[1] ou ajustent la CSM en fonction de leur nature. Les ajustements liés aux services futurs sont ceux qui ajustent la CSM. Cela peut être, par exemple, des ajustements d'expériences découlant des primes reçues au cours de la période ou des changements dans l'ajustement du risque pour le risque non financier qui se rapportent aux services futurs.

[1] *Other Comprehensive Income* : option pour comptabiliser les écarts d'estimations et par conséquent limiter la volatilité du résultat

Le schéma 2.5 permet de synthétiser le calcul aux dates ultérieures de la CSM.

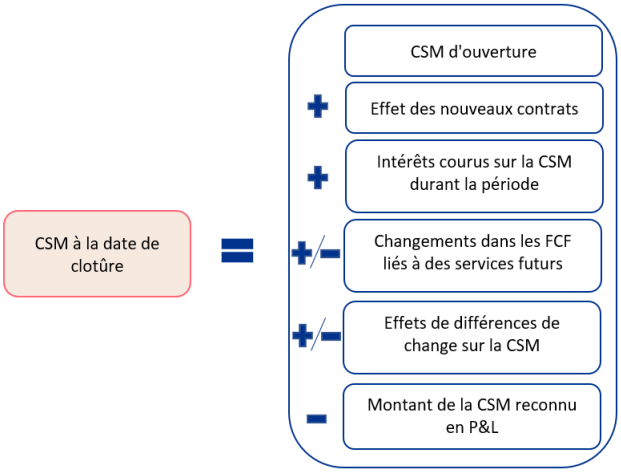


FIGURE 2.5 : Calcul de la CSM aux dates ultérieures

L'effet des nouveaux contrats sont les profits que l'on attend de percevoir sur les contrats souscrits aux nouvelles périodes.

Pour les contrats évalués sous BBA, les intérêts s'accumulent sur la valeur comptable de la CSM en utilisant le taux d'actualisation appliqué lors de la comptabilisation initiale pour refléter la valeur temps de l'argent.

Relâchement de la CSM

Le relâchement de la CSM sert, d'une part, à reconnaître en résultat les services de la période et d'autre part à lisser le résultat. À chaque date d'arrêté des comptes, la CSM représente le bénéfice du groupe de contrat d'assurance non encore comptabilisé en résultat. Ce bénéfice fait référence à des services futurs à fournir. Via ce qu'on appelle les **unités de couverture**, la CSM va être allouée au résultat pour refléter les services d'assurance fournis dans le cadre du groupe de contrats au cours de la période considérée.

Les unités de couverture peuvent s'exprimer, par exemple, en pourcentage de PM ou en proportion de la couverture restante.

La reconnaissance de CSM en compte de résultat (P&L) est représentée par la formule 2.1.

$$\begin{aligned}\text{Montant de CSM reconnu en P\&L} = (&\text{CSM début de période} + \text{effet des nouveaux contrats} + \\ &\text{intérêts} \pm \text{changements dans les FCF} \pm \text{changements de devise}) \\ &\times \text{unités de couverture.}\end{aligned} \tag{2.1}$$

Pour terminer sur la partie du modèle général, le schéma 2.6 (KPMG, 2020) synthétise son fonctionnement.

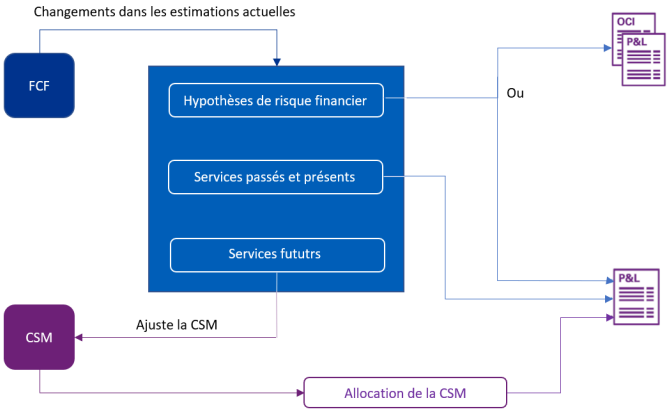


FIGURE 2.6 : Synthèse du modèle BBA

Comme précisé au début de cette partie, le modèle général est utilisé pour les contrats non participatifs. Pour s'adapter aux autres contrats, deux extensions à ce modèle existent : le modèle PAA et le modèle VFA.

2.1.3 Le modèle PAA

Le modèle PAA est un modèle simplifié et facultatif. Il peut être utilisé pour les contrats dont la période de couverture est **inférieure à un an** ou si le modèle fournit une approximation raisonnable du modèle général en terme de provision. C'est un modèle surtout utilisé dans le domaine de la non vie qui a des garanties plus courtes (garanties automobiles...).

Sous la méthode PAA, la provision LRC est seulement constituée d'une mesure simplifiée du passif basée sur les primes non acquises reçues (PPNA).

La figure 2.7 représente la décomposition du passif d'un groupe de contrats d'assurance sous PAA.

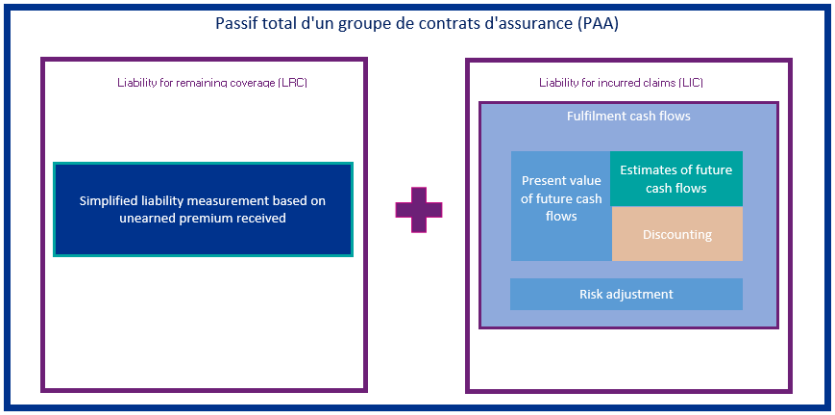


FIGURE 2.7 : Décomposition du passif sous le modèle PAA

Dans le modèle PAA il n'existe pas de CSM. En effet, par définition, la CSM permet d'étaler la richesse prévue d'un contrat sur la durée de vie de celui-ci. Les contrats éligibles au modèle PAA ont une durée de vie inférieure à 1 an donc le principe de la CSM n'est pas applicable.

Si l'assureur prévoit que le groupe de contrats sera soumis à une forte variabilité de ses FCF (ce qui affecterait la provision LRC), le modèle PAA ne peut pas être appliqué. L'assureur devra utiliser le modèle BBA.

2.1.4 Le modèle VFA

Le modèle VFA est une simplification du modèle général pour s'adapter aux contrats à **participation directe** pour éviter les incohérences comptables. Les contrats à participation directe sont des contrats qui créent une obligation de payer à l'assuré un montant égal à la juste valeur des actifs sous-jacents (moins une commission variable pour le service futur). Un contrat d'assurance est considéré comme un contrat à participation direct lorsque (§A) :

- les termes contractuels spécifient que l'assuré participe en une partie ou un ensemble clairement identifié d'actifs sous-jacents ;
- l'entité s'attend à payer à l'assuré un montant égal à une part substantielle des rendements de la juste valeur des actifs sous-jacents ;
- l'entité s'attend à ce qu'une part importante de toute variation des montants à payer à l'assuré varie en fonction de la variation de la juste valeur des actifs sous-jacents.

Les actifs sous-jacents peuvent être n'importe quels actifs tant qu'ils sont clairement identifiés dans le contrat d'assurance.

Ces critères d'éligibilité au modèle VFA doivent être appréciés lors de la comptabilisation initiale des contrats et ne sont pas remis en question lors de la durée de vie du contrat. La majorité des contrats **d'investissement** sont éligibles au modèle VFA comme les contrats d'épargne ou de retraite. Cependant, certains contrats avec participation aux bénéfices ne peuvent pas être évalués en VFA car au moment de la comptabilisation initiale, la partie garantie (TMG[1]) est trop importante (par exemple dans un contexte de taux bas, un TMG de 10% est trop élevé).

Que ce soit dans le modèle BBA ou VFA, la CSM représente d'une manière comptable, le service rendu aux assurés (la couverture d'un risque d'assurance). Dans le cas particulier des contrats participatifs directs, le service rendu aux assurés peut être vu comme la gestion des éléments sous-jacents puisqu'ils en reçoivent une part substantielle.

Au niveau du principe d'évaluation, la constitution des provisions LRC et LIC est la même que sous le modèle BBA. La différence se retrouve dans le traitement de la CSM lors de l'évaluation ultérieure de celle-ci.

Les principales différences entre le modèle VFA et le modèle général sont alors : la part de l'assureur dans la variation de la juste valeur des éléments sous-jacents (la commission variable) est comptabilisée en CSM et non en P&L. De plus, aucun intérêt explicite n'est nécessaire puisque la CSM est effectivement réévaluée lorsqu'elle est ajustée pour tenir compte des changements des risques financiers. Pour finir en épargne-retraite, la provision LIC se limite pour l'essentiel aux montants des capitaux non encore réglés suite à un décès ou un rachat.

[1]Taux moyen garanti

Exemple simplifié de comparaison entre les modèles BBA et VFA : Soit un contrat d'assurance vie dans lequel la valeur de l'actif augmente de 100 à 120 sans aucun autre changement.

Le bilan initial se retrouve dans le tableau 2.2 à gauche. Sous BBA pour un contrat non participatif le bilan est représenté sur le tableau de droite.

Actif	**Passif**
100	CSM 20
	FCF 80

Actif	**Passif**
120	CSM 20
	FCF 80
	Réserves 20

TABLE 2.2 : Bilan initial (gauche) et bilan sous la méthode BBA (droite)

Dans le modèle général une augmentation de l'actif de 20 se traduit par une augmentation des produits financiers de 20. En VFA, pour un contrat participatif direct dans lequel l'assuré perçoit 90 % du rendement financier de l'assureur le bilan est représenté sur le tableau 2.3.

Actif	**Passif**
120	CSM 22
	FCF 98

TABLE 2.3 : Bilan sous la méthode VFA

Dans le modèle VFA, une augmentation de l'actif de 20 se traduit par une charge financière de 20. Celle ci se décompose en 90 % $\times$ 20 = 18 qui reviennent aux FCF et 20 - 18 = 2 qui affectent la CSM qui représentent la part de l'assureur dans la variation de la juste valeur des éléments sous-jacents.

Pour terminer, le schéma 2.8 (KPMG, 2020) synthétise le fonctionnement du modèle VFA.

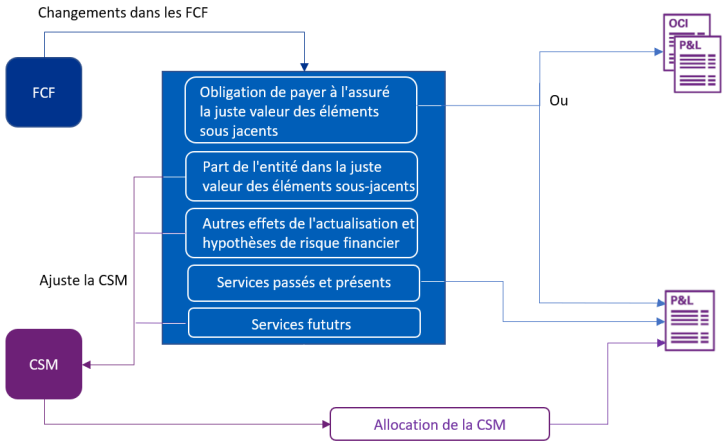


FIGURE 2.8 : Synthèse du modèle VFA

La suite de ce mémoire se concentrera sur le modèle **VFA** auquel est soumis le portefeuille fictif de notre étude (cf. chapitres 4 et 5). La fin de ce chapitre a pour objectif d'identifier les problématiques en audit que ce modèle peut apporter et construire un processus d'audit global pour ce périmètre.

2.2 Processus d'audit en *Variable Fee Approach*

Cette partie vise a se concentrer sur les problématiques que le modèle VFA peut engendrer en terme d'audit et construire un processus permettant de faire les liens entre les différents concepts à auditer. Cette partie représente de façon simplifiée l'étape deux d'une mission d'audit (identification et évaluation des risques / planification).

2.2.1 Les problématiques du modèle VFA en audit

Les nombreux nouveaux concepts introduits par la norme IFRS 17 imposent aux actuaires d'anticiper les problématiques qu'ils engendrent en terme d'audit. Comme précisé précédemment, quel que soit le modèle d'évaluation, la norme IFRS 17 n'impose pas de méthode précise pour l'application de ces concepts. Les assureurs sont laissés libres à leur interprétation et appréciation. La problématique que cela engendre pour les actuaires est de faire face à des acteurs qui utilisent des méthodes différentes. Au moment des audits, il faudra juger si l'utilisation d'une méthode par rapport à une autre est correctement justifiée par les acteurs. Cette problématique concerne par exemple le calcul du RA, la construction de la courbe des taux... . Ces points seront vus dans le chapitre 3 de ce mémoire.

Une autre problématique commune à tous les modèles est le retraitement manuel. Les retraitements manuels peuvent être utilisés par les acteurs pour de nombreux concepts et nécessitent une attention particulière lors des audits. En effet, ceux-ci peuvent accentuer les erreurs de calculs et peuvent être utilisés pour dissimuler des informations.

Concernant le modèle VFA, des problématiques plus précises sont à prendre en compte pour les premiers audits. Celles-ci sont énumérées ci-après.

Éligibilité au modèle VFA

Comme vu dans la première partie de ce chapitre, seuls certains contrats peuvent être évalués sous le modèle VFA. La problématique que cela engendre en terme d'audit est la vérification qu'un modèle évalué sous VFA respecte bien les critères d'éligibilité. Les actuaires devront challenger l'interprétation des définitions "ensemble clairement identifié d'actifs sous-jacents" et "part substantielle" par l'entité.

Combinaison / séparation des composantes

En VFA, la difficulté du concept de combinaison et séparation des composantes est liée aux nombreuses options et garanties possiblement liées à un contrat.

Complexité du BEL épargne

Le calcul du BEL peut être complexe. Cela est encore plus vrai pour les contrats d'assurance vie avec participation aux bénéfices ou les contrats d'investissement éligibles au modèle VFA.

En IFRS 17, le BEL ne coïncide pas avec la meilleure estimation sous Solvabilité II. Acteurs comme auditeurs ne pourront pas se baser entièrement sur leurs travaux passés pour la directive, bien que des éléments communs (construction de *model points*, implémentation d'un GSE...) soient largement sollicités comme socle de référence pour intégrer les nouveautés IFRS 17. Les différences entre les deux référentiels correspondent à la frontière de contrat (versements libres, frais rattachables) et la construction de la courbe des taux comme il a pu être précisé en première partie de ce chapitre.

Au niveau des frais, en VFA, le service rendu concerne la gestion pour le compte de l'assuré des éléments sous-jacents ce qui engendre des frais de gestion de placement qui sont des frais considérés comme directement attribuables aux contrats. De plus, les contrats d'épargne comprennent généralement des **options et garanties financières** qui peuvent être les suivantes : garanties de taux, clause de participation aux bénéfices, garantie plancher.... Comme Solvabilité II, IFRS 17 exige une valorisation de la valeur temps des options et garanties (**TVOG**[1]). Cette valorisation est nécessaire pour déterminer la juste valeur des engagements de l'assureur.

L'environnement complexe qui entoure les contrats d'épargne est fortement lié aux évolutions des marchés financiers. Pour le calcul du BEL épargne il est indispensable d'avoir recours à des méthodes de simulation. Utiliser un GSE[2] et un modèle ALM[3] est susceptible de produire un calcul plus approprié. Dans le chapitre 4, l'utilisation de ces outils et le calcul du BEL sera expliqué en détails.

Pour les auditeurs cela implique de devoir auditer, en plus des concepts du calcul du BEL, les logiciels (GSE, ALM) utilisés par l'entité.

La CSM

La CSM étant un concept complètement nouveau, celle-ci a différents impacts qui sont les mêmes pour tous les modèles d'évaluation : elle a un impact comptable mais aussi actuariel, sur les données, les systèmes et les processus.

Cependant pour les contrats d'épargne-retraite en euros, une problématique se soulève. Le service d'investissement est plus complexe que la simple gestion des actifs pour le compte des assurés : il faut également tenir compte d'un service de performance (l'assureur devant gérer les actifs de sorte à pouvoir au minimum créditer le taux minimum garanti). Si ce dernier service n'est pas pris en compte, l'amortissement de la CSM sur la base des seuls volumes d'investissement conduit à un report indu de la constatation des résultats : cet effet est appelé ***Bow wave effect***. Cet effet est en cours d'étude et donc l'audit de celui-ci ne sera pas traité dans ce mémoire. Pour plus d'informations sur ce concept, le lecteur peut se référer au mémoire de Jégou (2022).

Ces problématiques nécessitent d'être connues par les actuaires en amont des audits. Pour préparer au mieux les audits, les auditeurs et actuaires peuvent créer un processus pour avoir une vision globale de tous les sous-processus/flux à auditer et comment ils sont reliés entre eux et identifier les risques d'audit propres à chacun.

[1] *Time Value of Options and Guarantees*
[2] Générateur de scénarios économiques
[3] *Asset Liability Management*

2.2.2 Construction d'un processus d'audit global et identification des risques

Dans cette partie un processus d'audit pour un portefeuille épargne éligible au modèle VFA est construit. Ce processus n'est pas la seule façon d'effectuer un audit, dans la suite de ce mémoire une proposition d'audit de la norme IFRS 17 est effectuée mais celle-ci n'est pas unique. Le processus est schématisé sur la figure 2.9.

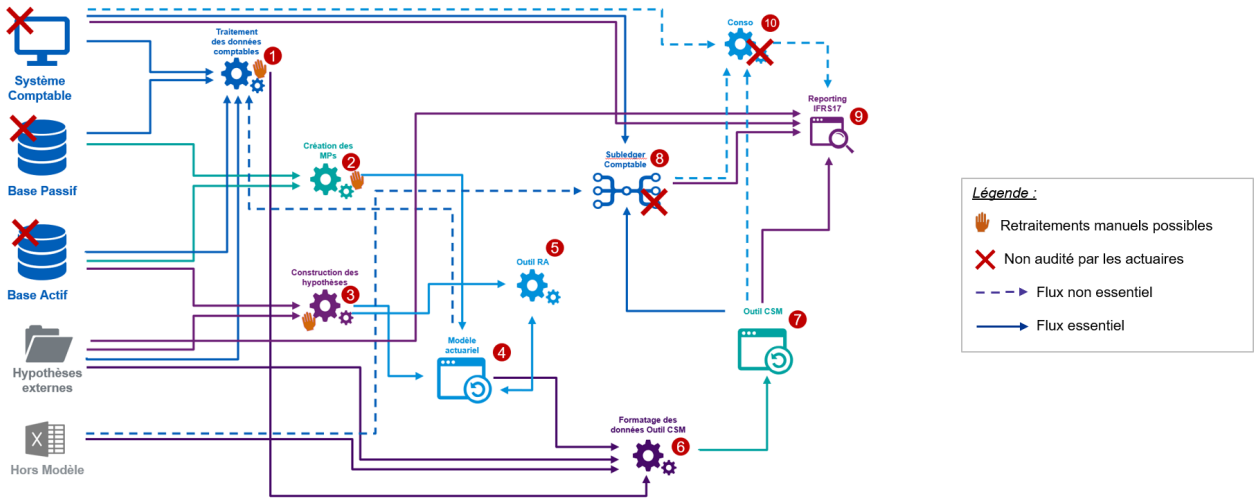


FIGURE 2.9 : Processus d'audit global pour la norme IFRS 17

En entrée de ce processus cinq éléments sont présents : le système comptable, la base d'actif, la base de passif, les hypothèses externes et le hors modèle. Ce sont les éléments dont disposent les acteurs pour pouvoir effectuer leurs calculs et modélisations. Dix sous-processus sont reliés aux entrées et entre eux via des flux. Ce sont ces sous-processus et flux qui seront à auditer. En effet, il est aussi important d'auditer les flux c'est à dire le moyen qu'à mis en place l'entreprise pour transférer les données d'un sous-processus à un autre.

Comme indiqué dans le chapitre 1.2.3 de ce mémoire, l'équipe en charge de l'audit va se composer d'auditeurs mais aussi d'experts en actuariat. Les croix rouges sur le schéma indiquent que les sous-processus ne sont pas audités par les actuaires et ne feront donc pas l'objet de ce mémoire.

Sur le processus se retrouvent aussi des points d'attention au niveau des sous-processus dans lesquels des retraitements manuels sont possibles.

Les différents éléments de ce processus sont expliciter dans la suite.

Les entrées ressortent sur la figure 2.10 et se composent des éléments suivants ci-dessous.

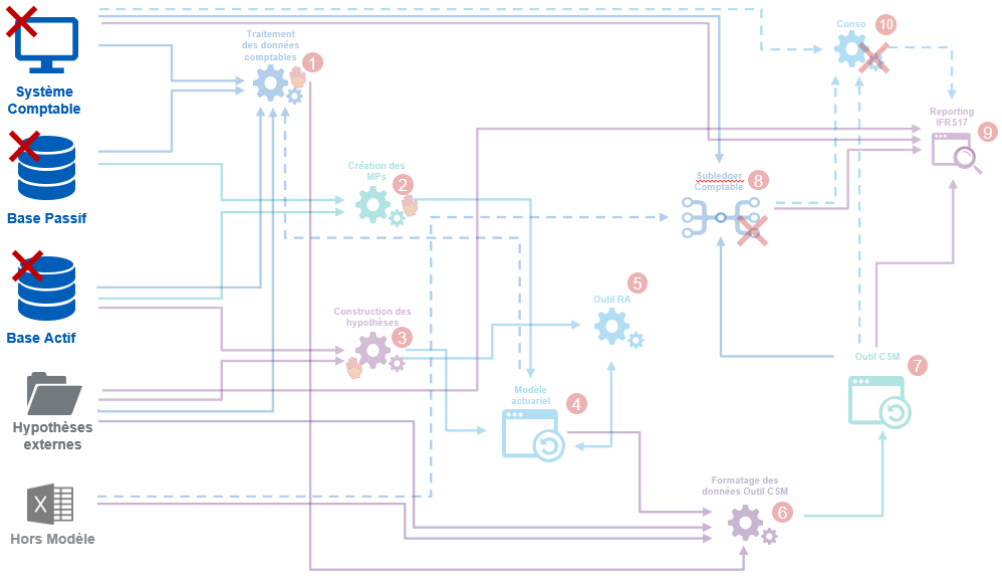


FIGURE 2.10 : Entrées du processus d'audit

- **Le système comptable** : Tout au long de l'exercice comptable, l'entité enregistre ses transactions comptables. Elle nécessite un système comptable pour cela. On y retrouve tous les flux réels payés (comme les primes et sinistres payés) ;
- **La base de passif** : la base de passif est la base de tous les contrats souscrits. Les informations présentes peuvent être des informations sur le souscripteur de contrat comme son sexe, sa date de naissance et des informations contractuelles comme le type de produit souscrit, la date d'émission du contrat, la prime et sa période, la provision mathématique associée, le taux minimal garanti... ;
- **La base d'actif** : la base d'actif est la base de tous les actifs détenus par l'entité. Les informations présentes peuvent être des informations sur les obligations risquées, les obligations non risquées, les actions...détenues par l'entité et rattachés aux contrats d'assurance ;
  Ces trois premiers éléments ne sont pas audités par les actuaires mais par les auditeurs ou les experts IT[1]. En effet, peu de connaissances en actuariat sont nécessaires dans l'audit de ces éléments.
- **Hypothèses externes** : les hypothèses externes sont par exemple des jugements d'experts (stratégie d'allocation d'actifs...) ;
- **Hors modèle** : Pour les contrats d'assurance vie, ces flux correspondent aux portefeuilles non matériels / non modélisés au sein des modèles actuariels. Pour ces flux, le passif d'assurance est fixé à un montant égal à la réserve mathématique locale et le BEL correspondant est nul.
  Ces éléments nécessitent le jugement d'experts en actuariat pour évaluer le choix des acteurs.

[1] *Information Technology*

Ces différentes entrées vont servir à alimenter les sous processus à auditer qui ressortent sur la figure 2.11.

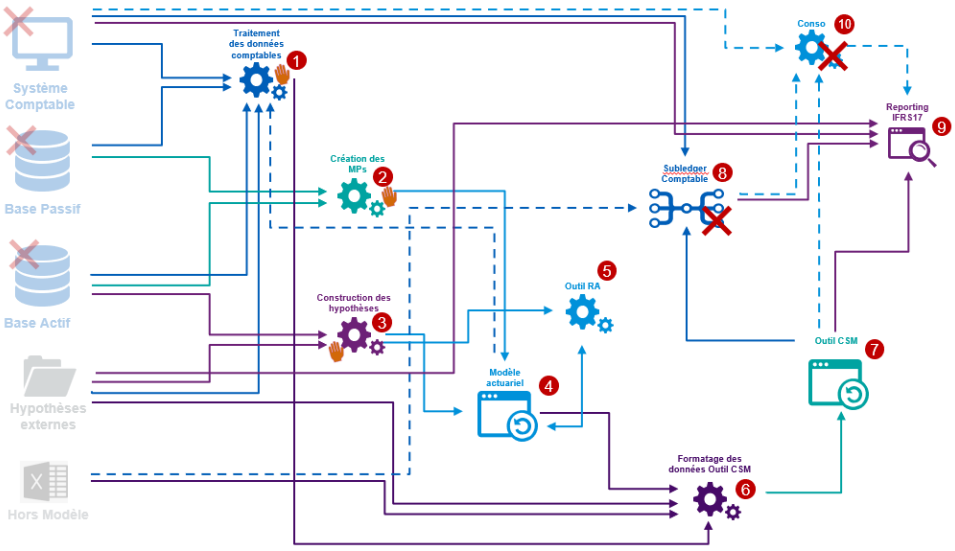


FIGURE 2.11 : Sous-processus du processus d'audit

Les sous-processus et l'identification des risques propres à chacun se trouvent dans la suite.

Sous-processus 1 : Traitement des données comptables. Le traitement des données comptables correspond aux évaluations effectuées sur les contrats. À partir des différentes entrées qui regroupent les contrats, leurs caractéristiques et l'environnement dans lequel se place le portefeuille, l'entité détermine les contrats dans le champ d'application de la norme, effectue l'agrégation de ceux-ci, détermine la date de comptabilisation initiale et le modèle d'évaluation des groupes de contrats définis. Les risques à ce niveau sont les mauvaises interprétations de la norme menant à des UoA incorrectes ou des modèles d'évaluation incorrectement utilisés.

Sous-processus 2 : Création des *model points*. Les *model points* sont une représentation fidèle et figée des actifs et des passifs du portefeuille à une date donnée. Ceux-ci peuvent être agrégés pour rendre moins chronophage les calculs lors des modélisations. L'agrégation en cohorte ou par risques similaires est souvent retenue chez les acteurs. La construction de ces modèles est à auditer et notamment il faudra vérifier qu'aucune perte de données n'existe entre les bases d'*inputs* et les *model points*. Le risque lors de la construction des *model points* est que les acteurs s'en servent pour dissimuler des informations lors des regroupements.

Sous-processus 3 : Construction des hypothèses. À l'aide des données des actifs, des hypothèses externes et du jugement d'expert des entités, il faudra auditer la construction des hypothèses. Deux types d'hypothèses existent : les hypothèses économiques qui sont celles utilisées pour le fonctionnement du GSE (par exemple : courbe des taux) et les hypothèses non économiques qui sont celles utilisées en entrée du modèle ALM pour les projections (par exemple lois de rachats, loi de participation aux bénéfices). L'audit des hypothèses est un point important car celles-ci peuvent avoir des impacts sur le volume des provisions et notamment le BEL.

Sous-processus 4 : Modèle actuariel. La modélisation actuarielle fait référence aux logiciels GSE et ALM cités précédemment et utilisés pour projeter l'environnement économique et financier qui entoure les portefeuilles d'assurance. Pour fonctionner, ces logiciels prennent en entrée les *model points* et les hypothèses. Ces logiciels et leurs résultats des modélisations sont à auditer. Le risque en audit est que ces outils sont généralement des "boîtes noires" pour les auditeurs qui ont rarement le temps d'analyser les détails d'implémentation. Des erreurs peuvent ne pas être identifiées.

Sous-processus 5 : Outils RA. Généralement, les entités automatisent le calcul du RA via des maquettes. Pour calculer le RA, des "chocs" sont utilisés pour capter l'importance des différents risques. Ces chocs correspondent à la construction d'hypothèses de *stress* qui peuvent être par exemple des hypothèses de frais défavorables ou favorables. De plus, le RA dépendant de la valeur du BEL, son calcul se fait à l'aide des résultats des modélisations actuarielles. En plus d'auditer la pertinence du calcul du RA, les actuaires devront aussi regarder l'implémentation de l'outil utilisé.

Sous-processus 6 : Formatage des données outils CSM. Dans la section précédente il a été vu que le calcul de la CSM dépend de plusieurs éléments (changements dans les FCF, part de l'assureur dans la variation de la juste valeur des éléments sous-jacents...). Ces éléments proviennent des données comptables traitées, des résultats de modélisation actuariel, des hypothèses externes et du hors modèle.

Sous-processus 7 : Outils CSM. L'outil CSM permet d'opérer le calcul de la CSM à partir des données formatées.

Sous-processus 8 : Subledger comptable. Le subledger comptable correspond au grand livre comptable subsidiaire qui fournit des informations supplémentaires sur les écritures du grand livre. Cette partie n'est pas vérifiée par les actuaires mais les auditeurs qui ont une connaissance plus approfondie des principes de la comptabilité.

Sous-processus 9 : *Reporting* IFRS. À l'aide des différents résultats obtenus, les états financiers peuvent être établi (bilan, compte de résultat, annexes) et sont à vérifier par les actuaires. Notamment il faudra vérifier que les résultats des différents sous processus se retrouvent bien dans les états financiers et à la bonne maille comptable.

Sous-processus 10 : Consolidation. La consolidation comptable consiste à établir les états financiers d'un groupe de sociétés. Elle agrège pour cela les comptabilités de chacune des sociétés qui composent ce groupe et opère des retraitements afin de faire comme s'il ne s'agissait que d'une entité unique.

Finalement ce processus peut être décomposé en trois grands blocs représentés dans la figure 2.12.

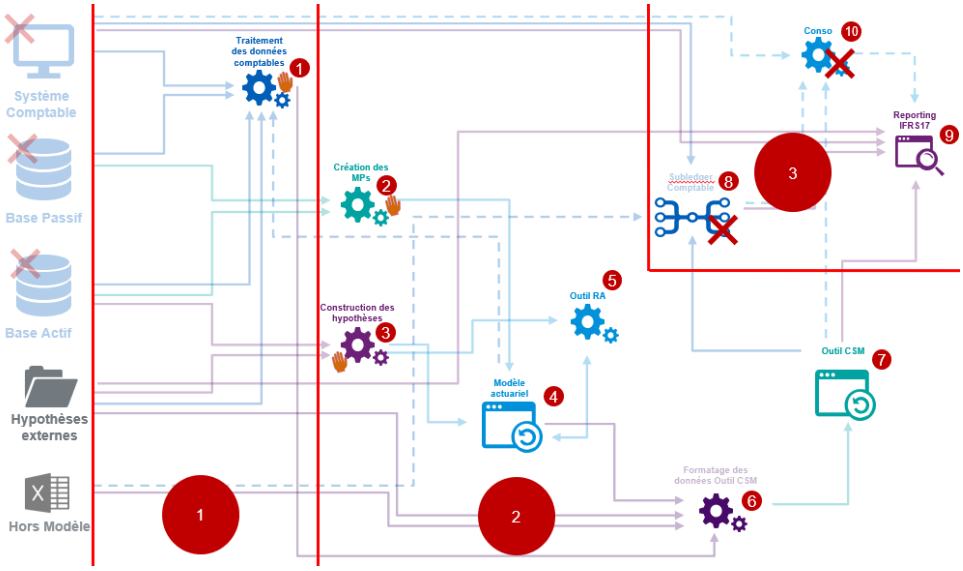


FIGURE 2.12 : Décomposition du processus d'audit global

Les trois blocs correspondent à :

1. **Audit de la norme et des méthodologies IFRS 17** : ce bloc concerne les concepts méthodologiques de la norme en amont des modélisations comme par exemple l'éligibilité d'un contrat au modèle VFA, la séparation des composantes d'un contrat... ;
2. **Audit de la modélisation actuarielle** : ce bloc regroupe la construction des hypothèses et des *model points* pour les calculs du BEL, du RA et de la CSM ;
3. **Audit des états financiers** : ce bloc regroupe l'édition des états financiers (bilan, compte de résultat, annexes) ;

Différentes problématiques et risques relatifs au modèle VFA peuvent exister. L'enjeu pour les actuaires est de mettre en place des méthodes d'audit efficaces et exhaustives pour couvrir tous ces risques. Dans le chapitre 3 de ce mémoire, l'étape 3 d'une mission d'audit (mise en place de tests et procédures) sera réalisée en suivant le processus construit plus haut et un plan de contrôle sera construit.

Chapitre 3

Construction de méthodes d'audit en *Variable Fee Approach*

L'audit de la norme IFRS 17 peut se décomposer en trois grandes parties : l'audit de la norme et des méthodologies, l'audit des modélisations actuarielles et l'audit des états financiers. Pour chacune de ces parties, il a été vu au chapitre précédent que des risques existent (erreurs opérationnelles, mauvaises interprétations de la norme etc).

Ce chapitre se dédie à construire des méthodes d'audit[1] (Annexe A) pour couvrir les risques identifiés. En suivant le processus construit au chapitre 2.2.2, l'objectif est d'identifier les contrôles clés et les procédures substantives à mettre en place dans l'optique de valider les provisions IFRS 17 et notamment le BEL. À chaque sous partie, un plan de contrôles est proposé afin d'assurer la conformité normative des travaux d'audit.

Les missions d'audit IFRS 17 dépendront fortement des spécificités des clients. Par conséquent, l'approche d'audit proposée dans ce chapitre n'est pas unique et ne couvre pas tous les principes spécifiques aux entités, seulement les principaux concepts de la norme IFRS 17.

3.1 Audit de la norme et des méthodologies IFRS 17

Cette section se concentre sur les méthodologies d'audit de la norme IFRS 17, notamment son champ d'application, l'agrégation des contrats, la date de comptabilisation initiale et l'éligibilité au modèle VFA.

3.1.1 Audit du champ d'application et de la séparation des composantes

Champ d'application : Il a été vu au chapitre 1.1.3 que la définition d'un contrat d'assurance reste la même d'IFRS 4 à IFRS 17. Par conséquent, lors de la transition les entités peuvent s'appuyer sur les évaluations existantes du champ d'application (effectuées sous IFRS 4) et les mettre à jour en s'assurant et en démontrant aux auditeurs qu'elles demeurent pertinentes sous IFRS 17.

[1] Le plan d'audit se retrouve en entièreté en annexe A et sera décomposé en fonction des trois parties citées en introduction de ce chapitre

Après la transition, les entités doivent s'assurer que les évaluations du champ d'application restent à jour et pertinentes en mettant l'accent sur les circonstances nouvelles ou changeantes telles que l'émission de nouveaux produits.

Un contrat est un contrat d'assurance s'il expose l'émetteur à un risque d'assurance significatif. Un risque d'assurance est significatif s'il existe un scénario ayant une substance commerciale dans lequel il est possible qu'un émetteur subisse une perte (causée par l'évènement assuré) et paie des montants supplémentaires significatifs au-delà de ce qui serait payé si l'événement assuré ne s'était pas produit.

Séparation et combinaison des composantes : Les composantes d'investissement et d'assurance ne sont pas distinctes si elles sont "**fortement liées**" c'est-à-dire :

- un titulaire de police ne peut pas bénéficier d'une composante sans que l'autre ne soit présente : par exemple, la déchéance ou l'échéance d'une composante entraîne la déchéance ou l'échéance de l'autre ;
- l'entité ne peut pas évaluer une composante sans tenir compte de l'autre : par exemple, lorsque la valeur d'une composante varie en fonction de la valeur de l'autre.

Une promesse de fournir des biens ou des services autres que ceux du contrat d'assurance est distincte, et est séparée du contrat d'assurance, si le preneur d'assurance peut bénéficier des biens ou des services soit : par lui-même ou avec d'autres ressources facilement disponibles pour le titulaire de la police (c'est-à-dire des ressources qui ont déjà été obtenues ou qui sont vendues séparément par l'entité ou toute autre entité).

Exemple en VFA : L'exemple le plus significatif est celui des contrats **multi-supports** : les supports euros et les supports UC sont étroitement liés et ne doivent donc pas être séparés. Il en va le plus souvent de même des garanties accessoires à un contrat principal (ex : contrats en UC avec une garantie plancher).

Pour déterminer si les contrats doivent être combinés, l'entité peut tenir compte des éléments suivants :

- les droits et obligations sont différents lorsqu'ils sont considérés ensemble et lorsqu'ils sont considérés individuellement (par exemple, les droits et obligations d'un contrat annulent les droits et obligations d'un autre contrat) ;
- l'entité est incapable d'évaluer un contrat sans tenir compte de l'autre. Cela peut être le cas lorsqu'il existe une interdépendance entre les différents risques couverts par chaque contrat et que les contrats arrivent à échéance ensemble. Lorsque les flux de trésorerie sont interdépendants, leur séparation peut être arbitraire.

3.1.2 Audit de l'agrégation des contrats

La plupart des entités peuvent déjà disposer d'un cadre existant pour gérer et suivre l'exécution des contrats à des fins de *reporting* interne et de gestion. Ces cadres constitueront généralement le point de départ de l'évaluation du niveau d'agrégation d'une entité. Voici quelques exemples de cadres existants :

- les regroupements de produits utilisés dans l'information de **gestion interne** ;
- les regroupements de produits utilisés dans le *reporting* réglementaire (par exemple, **les lignes d'affaires** sous Solvabilité II) ;
- les groupes/classes de provisions.

Pour effectuer les évaluations d'agrégation, un jugement important est requis dans plusieurs domaines dont les suivants :

- l'interprétation des termes "**risques similaires**" et "**gérés ensemble**" pour déterminer le portefeuille approprié ;
- la réalisation **d'évaluations de rentabilité** pour déterminer le regroupement approprié ;
- déterminer si les portefeuilles peuvent être désagrégés au-delà des **trois groupes de rentabilité** ;
- déterminer les "**cohortes**" afin de s'assurer que les contrats d'un même groupe ne sont pas émis à plus d'un an d'intervalle.

Portefeuilles : En épargne-retraite, en règle générale, le niveau d'agrégation prend en compte les éléments suivants :

- **Assurance individuelle et collective** : séparation car les risques ne sont pas similaires ;
- **Épargne et retraite** : plutôt séparation car les risques ne sont pas similaires mais à nuancer le cas échéant pour les contrats avec une option de sortie en rentes ou en capital par exemple ;
- **Cotisations et prestations définies** : plutôt séparation car les risques ne sont pas similaires ;
- **Mono-supports et multi-supports** : vision divergente entre les cabinets d'audit mais plutôt non séparation.

Groupes de profitabilité : Une entité devra évaluer la stabilité de la rentabilité de ses différents types de contrats/produits.

Bien que les évaluations de la rentabilité varient d'une entité à l'autre, il est important que ces évaluations tiennent compte des changements d'hypothèses qui peuvent affecter la rentabilité future. Pour effectuer leur évaluation, les entités peuvent utiliser diverses sources d'information, par exemple :

- des informations sur la tarification ;
- des informations sur la souscription ;
- les prévisions internes de flux de trésorerie ;
- des mesures de rentabilité historiques ou budgétées/prévues (par exemple, ratios S/P, marge sur les nouvelles affaires).

Identification des contrats onéreux lors de la comptabilisation initiale : les entités fixent généralement le prix des contrats de manière à dégager une **marge bénéficiaire**. Si ce n'est pas le cas, c'est généralement pour une raison identifiable : pour gagner des parts de marché lors du lancement d'un nouveau produit, en raison de la pression concurrentielle du marché ou de structures de commissions différentes par exemple. Ces contrats sont alors plus susceptibles d'être onéreux lors de la comptabilisation initiale ou d'avoir une possibilité significative de devenir onéreux après la comptabilisation initiale.

Pour l'**identification des contrats qui n'ont aucune possibilité significative de devenir onéreux par la suite**, la norme ne fournit pas d'indications supplémentaires sur la manière de définir cette expression. Par conséquent, les entités doivent faire preuve de jugement. Les définitions utilisées par les entités varieront. Une entité détermine quels contrats n'ont pas de possibilité significative de devenir onéreux :

- en utilisant les informations sur les estimations fournies par le *reporting* interne de l'entité ;

- en se fondant sur la probabilité de modifications des hypothèses pertinentes (par exemple, des modifications des hypothèses financières ou non financières) qui, si elles se produisaient, auraient pour effet de rendre les contrats onéreux.

Lorsqu'elles effectuent leurs évaluations, les entités devront faire preuve de jugement et considérer :

- quelles hypothèses sont plus sensibles aux changements qui pourraient réduire significativement la CSM ;
- quels contrats ont de faibles niveaux de rentabilité lors de la comptabilisation initiale pour lesquels des petits changements dans les hypothèses pourraient les rendre onéreux.

Dans la pratique, il peut arriver que les entités utilisent des règles quantitatives prédéterminées (par exemple, si le rapport entre la CSM et l'ajustement des risques est supérieur à trois fois, le contrat doit être classé dans la catégorie "aucune possibilité significative de devenir onéreux").

En règle générale, en épargne-retraite, deux groupes sont constitués : les contrats onéreux et ceux qui ont une probabilité significative de le devenir.

Cohortes : L'équipe de mission d'audit devra interroger la direction et obtenir des preuves appropriées que les contrats au sein du groupe ne sont pas émis à plus d'un an d'intervalle. Elles devront également comprendre comment l'entité a interprété la "date d'émission" et évaluer si cette interprétation est appropriée. Dans certaines circonstances, l'entité peut rencontrer des difficultés opérationnelles pour déterminer la date d'émission du contrat (par exemple, lorsque les contrats sont émis par des intermédiaires) ou lorsque l'entité applique des simplifications (par exemple, la date d'entrée en vigueur du contrat est utilisée, plutôt que sa date d'émission).

La pertinence de l'exigence de cohortes annuelles pour les contrats d'épargne-retraite avec des effets de mutualisation intergénérationnelle a fortement été remis en question par l'industrie. Cette exigence est aujourd'hui rendue facultative (***carve-out***).

3.1.3 Audit de l'éligibilité au modèle VFA

Pour rappel, il a été vu au chapitre 2 les trois critères d'éligibilité au modèle VFA :

- les termes contractuels spécifient que l'assuré participe en une partie ou un ensemble clairement identifié d'actifs sous-jacents ;
- l'entité s'attend à payer à l'assuré un montant égal à une part substantielle des rendements de la juste valeur des actifs sous-jacents ;
- l'entité s'attend à ce qu'une part importante de toute variation des montants à payer à l'assuré varie en fonction de la variation de la juste valeur des actifs sous-jacents.

Pour évaluer le premier critère, tout d'abord, les conditions contractuelles doivent spécifier que l'assuré participe à une partie ou une ensemble clairement identifié d'actifs sous-jacents. Cela n'exclut pas l'existence d'un pouvoir discrétionnaire de l'entité de faire varier les montants versés au titulaire de la police. L'ensemble d'éléments sous-jacents peut comprendre n'importe quels éléments, à condition qu'ils soient clairement identifiés dans le contrat. Par exemple, il peut être défini comme un portefeuille d'actifs, l'actif net de l'entité ou d'une filiale du groupe, ou un sous-ensemble spécifié de l'actif net de l'entité. Une entité n'est pas tenue de détenir l'ensemble d'éléments sous-jacents identifié et les éléments ne sont pas tenus d'exister pendant toute la durée du contrat.

L'enjeu du deuxième critère est de vérifier la définition du terme "substantielle" employée par l'entité. Les acteurs peuvent mettre en place des seuils pour évaluer ce critère (par exemple, si la part du rendement de la juste valeur des actifs sous-jacents revenant à l'assuré est de plus de 90% alors le critère est respecté).

Pour le troisième critère, la norme ne spécifie pas de méthode particulière. À la fin de l'évaluation, les flux de trésorerie à payer au titulaire de la police comprennent également les demandes d'indemnisation ou les prestations au titre de la couverture d'assurance fournie par le contrat. Ces paiements d'assurance peuvent avoir un impact significatif sur l'évaluation s'ils ne varient pas directement avec la juste valeur des éléments sous-jacents. Une façon appropriée d'effectuer l'évaluation serait d'utiliser une méthode statistique qui compare les changements dans les montants que l'on s'attend à payer aux assurés avec les changements dans la juste valeur des éléments sous-jacents à travers divers scénarios. Un exemple d'une telle méthode statistique serait une évaluation de la **covariance** entre les paiements et les éléments sous-jacents. La méthode utilisée devrait permettre d'identifier que si un contrat fournit des avantages plus importants qu'un autre contrat et que les avantages du premier contrat varient, inversement ou non avec les éléments sous-jacents, alors le premier contrat serait moins susceptible que le second de passer cette évaluation. Ce serait le cas si le premier contrat offrait une prestation de décès plus importante qui ne varie pas avec les éléments sous-jacents par rapport au second contrat.

Pour les contrats d'épargne-retraite courants en France, on trouve le plus classiquement (l'analyse devant cependant être adaptée à chaque cas spécifique) :

- **Épargne** : contrats éligibles à la VFA (TMG élevé non significatif en vision probabilisée à la souscription des contrats concernés) ;
- **Retraite – rente viagère différée ou épargne obligatoirement convertie en rente ou sur option avec taux de conversion défini dès l'origine** : contrats éligibles à la VFA dès lors que la phase de capitalisation a un poids dominant en vision probabilisée à l'origine ;
- **Retraite – épargne convertie en rente sur option avec taux de conversion** : à priori, considération comme un seul contrat (voir dans ce cas, épargne obligatoirement convertie en rente) mais possibilité de lever la présomption simple et de séparer les deux composantes (dans ce cas, voir épargne pour la phase de capitalisation et rente viagère immédiate durant la phase de restitution) ;
- **Retraite – rente viagère immédiate** : contrats non éligibles à la VFA (une part non négligeable des flux de trésorerie que l'entité s'attend à payer à l'assuré varie avec la longévité et non avec les flux de trésorerie des éléments sous-jacents).

Pour résumer, la partie du plan de contrôle se référant aux concepts ci-dessus se trouve dans la figure 3.1.

Les procédures substantives possibles pour ces concepts sont, par exemple, de refaire les contrôles évoqués dans la figure ci-dessous sur des sous-groupes de contrats choisis aléatoirement.

Concept	Contrôles	Détails
Audit du champ d'application	Respect de la définition d'un contrat d'assurance	Il faut vérifier comment l'entité détermine qu'un risque d'assurance est significatif (mise en place d'un seuil par exemple) et qu'un évènement futur incertain existe
Audit de la séparation des composantes	Distinction des composantes du contrat	Vérifier l'interprétation de l'entité pour les notions de composantes "hautement inter-reliées" et "contrats avec des termes équivalents pourraient être vendus séparément dans le même marché"
	Affectation des montants des flux aux composantes distinctes	
Audit de la combinaison des contrats	Analyse des contreparties des contrats	
Audit de l'agrégation des contrats	Cartographie des contrats	Vérifier le respect de la définition de portefeuille et vérifier comment la profitabilité d'une groupe de contrats est déterminée. Des tests unitaires aléatoires peuvent être réalisés sur des contrats
Audit de la comptabilisation initiale	Respect des critères de détermination de la date de comptabilisation initiale	Vérifier que la date de comptabilisation initiale est la date la plus tôt entre le début de la période de couverture, la date à laquelle le premier paiement d'un assuré est dû et la date à laquelle le groupe de contrat devient onéreux
Audit de l'éligibilité au modèle VFA	Respect des critères d'éligibilité	Vérifier que les contrats éligibles au modèle VFA sont bien des contrats à participation directe
	Initialisation des actifs sous-jacents	

FIGURE 3.1 : Plan de contrôles pour l'audit de la norme et des méthodologies IFRS 17

3.2 Audit des modélisations actuarielles IFRS 17

Cette section vise à proposer des méthodologies d'audit pour les modélisations actuarielles qui comprennent le calcul du BEL, du RA et de la CSM.

3.2.1 Audit d'un BEL épargne

Le calcul du BEL est complexe et fait intervenir de nombreuses notions et outils. Son audit est par conséquent lui aussi délicat et nécessite le contrôle de plusieurs concepts tels que les hypothèses, l'outil GSE et le modèle ALM par exemple.

Comme il a été vu au chapitre 2, le BEL IFRS 17 se rapproche de celui introduit sous la directive Solvabilité II. Par conséquent, les compagnies d'assurance capitalisent sur les outils, flux, informations en sortie de modèle déjà existants et qui sont utilisés pour Solvabilité II pour calculer le BEL IFRS 17 et produire leurs états financiers.

Lors des premiers audits de la nouvelle norme, il sera important dans un premier temps de se focaliser sur les points spécifiques à la norme IFRS 17 puis, dans un deuxième temps, se concentrer sur les points communs avec la directive. C'est la structure prise dans la suite de ce chapitre.

Pour chaque concept, les contrôles identifiés nécessitent d'être testés (*test of design*, *test of implementation*, *test of effectiveness*, test de cheminement) et refaits par les auditeurs pour les plus pertinents d'entre eux comme l'indique le schéma 3.2.

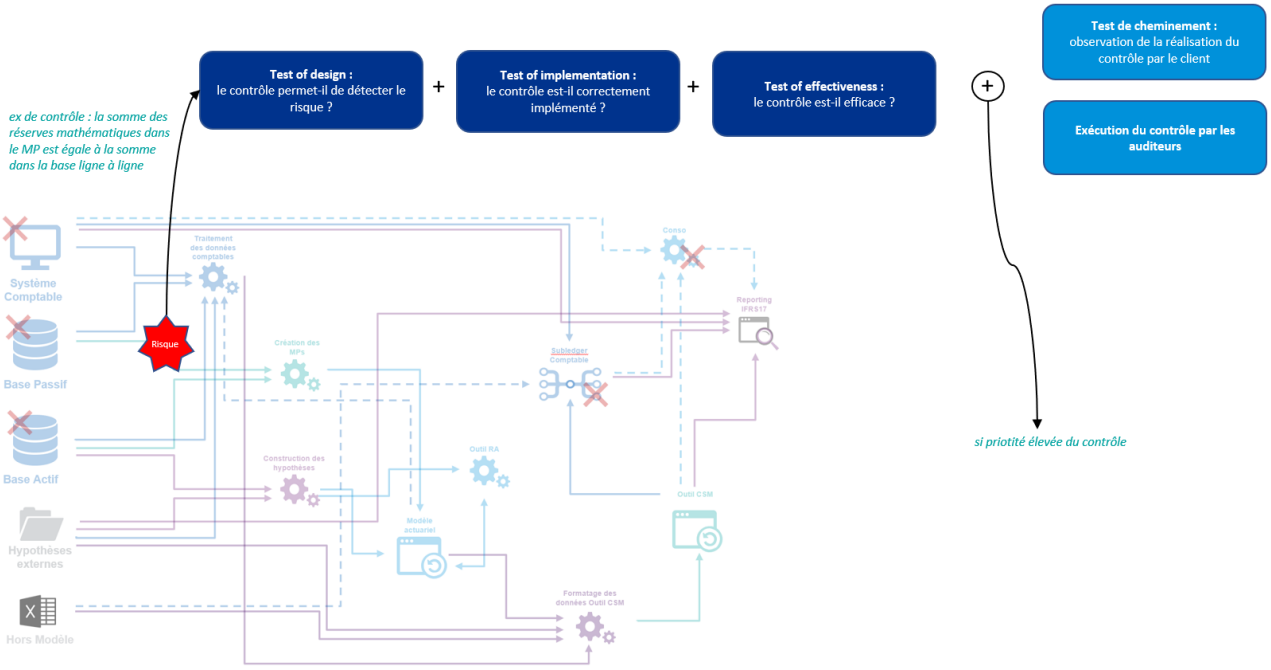


FIGURE 3.2 : Schéma simplifié des différents tests à réaliser sur un contrôle en audit

Les points d'audits spécifiques à IFRS 17

La directive Solvabilité II est entrée en vigueur en 2016, soit il y a plus de 5 ans. Les assureurs ont, aujourd'hui, une niveau de maîtrise suffisant pour calculer les éléments imposés par la directive et notamment le BEL. Cette maîtrise permet, lors des travaux IFRS 17, de considérer la directive Solvabilité II comme un ***framework* de référence**. En effet, les similitudes entre les deux BELs permettent de partir d'un socle solide de base qui est le BEL SII pour arriver au BEL IFRS 17. Les différences (taxes, versements libres, frais attribuables, courbe des taux) entre les deux référentiels permettent de constituer ce qu'on appelle un "***bridge***" soit un pont en français.

Construire ce pont entre les deux référentiels de calcul (de SII à IFRS 17) est un moyen robuste pour fiabiliser la valeur du BEL IFRS 17. La constitution de ce *bridge* peut, dans certains cas, être difficile à effectuer par les entités. Dans ce cas, celles-ci peuvent définir des seuils d'écart en dessous desquels les différents impacts ne sont pas matériels.

Le *bridge* passant du BEL SII à IFRS 17 est représenté sur la figure 3.3.

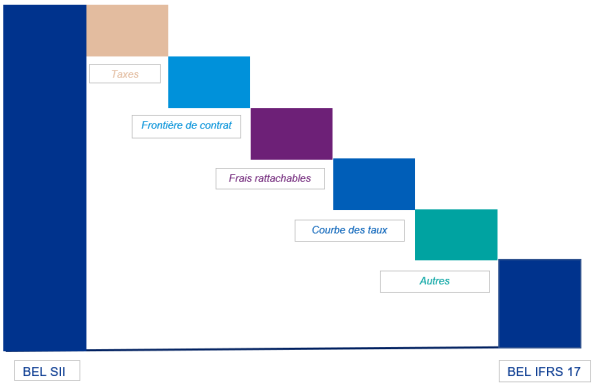


FIGURE 3.3 : *Bridge* pour le passage du BEL SII à IFRS 17

Les différents éléments représentés ci-dessus ont un effet négatif sur la valeur du BEL SII. En effet, sous IFRS 17, le BEL est calculé net d'impôts sur le résultat (§B66 f) et sous SII brut d'impôts, d'où l'impact positif sur le profit SII et donc négatif sur le BEL. Ce concept s'aligne au principe d'harmonisation et transparence requis par la norme IFRS 17.

En ce qui concerne les versements libres, ceux-ci augmentent le volume d'encours. Si le groupe de contrats est profitable ils ont un effet positif sur le profit.

Les frais attribuables, eux, correspondent au fait que l'entièreté des frais de l'entité n'est pas pris en compte dans les modélisations IFRS 17. Cela correspond à intégrer moins de frais et donc à avoir un effet positif sur le profit également et donc négatif sur le BEL.

Pour finir, la courbe des taux construite sous IFRS 17 est augmentée d'un effet LP[1] (comme il sera vu dans la suite) par rapport à la courbe SII qui, ce qui augmente le profit.

La partie "autre" peut faire référence, par exemple, à des différences de prise en compte de certains périmètres dans les modélisations.

Les différents éléments constituant le *bridge* sont des éléments d'audit prioritaires qui sont étudiés dans la suite.

Audit des taxes

Il est attendu à ce que l'effet des taxes soit positif sur le profit SII. Notamment, la suppression de celles-ci peut être quantifiée grâce à la formule 3.1.

$$PVFP_{\text{IFRS 17}} = \frac{1}{1 - taxes} \times PVFP_{\text{SII}}. \tag{3.1}$$

La PVFP (*Present Value of Future Profit*) représente la valeur actuelle des profits futurs. Comme le taux de taxe est positif (généralement fixé autour de 25%) il faudra vérifier lors de l'audit que le profit IFRS 17 est plus grand que le profit SII et que le taux de taxe est bien pris en compte.

[1] *Liquidity premium*

Audit des versements libres

Il a été vu au chapitre 2.1.2 que sous IFRS 17, les versements libres sont utilisés pour valoriser le passif d'une compagnie d'assurance (ce qui n'est pas le cas sous SII). Différents types existent : les versements **structurels** et les **dynamiques** (**conjoncturels**).

Les versements libres structurels sont modélisés grâce à des lois prenant en compte les caractéristiques des contrats (ancienneté, encours...) et de l'assuré (âge, sexe, situation patrimoniale...). Ils sont généralement modélisés grâce aux **données historiques** dont dispose l'entité et grâce à des études statistiques.

Les lois pour les versements dynamiques, elles, dépendent du **contexte économique et financier**. Leur modélisation est complexe car le comportement des assurés est difficilement prévisible.

Lors des premiers audits, les assureurs disposeront majoritairement de lois de versements structurels dû au fait que les versements libres sont un concept nouveau à prendre en compte sous IFRS 17. Cependant, à l'avenir, il faudra tendre vers des lois de versements dynamiques pour être en cohérence avec les lois de rachats dynamiques. Par exemple, en cas de crise économique, les assurés n'agiront pas de façon rationnelle et auront tendance à arrêter d'effectuer des versements pour potentiellement racheter leur contrat par la suite. À l'inverse, généralement les versements libres dynamiques sont constatés lorsque le taux garanti par l'assureur est nettement supérieur aux taux servis sur le marché ce qui correspond à un taux de rachat plus faible. Les versements libres sont un phénomène dynamique et potentiellement corrélés aux rachats dynamiques.

Aujourd'hui sur le marché, plusieurs approches statistiques existent pour construire les lois de versements libres et sont propres aux entités. Généralement, l'approche suivante est implémentée pour des raisons de facilité : les versements structurels sont modélisés à l'aide d'un **vecteur de chute** ou un **taux de réduction** déterminé à l'aide de données historiques comme l'illustre la formule (les taux de réduction sont des exemples) 3.2.

$$\text{Primes} + \text{VL} = (\text{Primes} + \text{VL})_{\text{année } 0} \times \underbrace{\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ . \\ . \\ . \end{pmatrix}}_{\text{taux de réductions}} . \tag{3.2}$$

Pour construire sa loi de versements libres dynamiques, l'assureur peut étudier la piste d'une loi opposée aux rachats dynamiques. Soit T-TA le taux servi moins le taux espéré par l'assuré, le pourcentage de versements libres sera positif lorsque le taux servi est supérieur au taux espéré. C'est le phénomène inverse des rachats dynamiques (ce phénomène sera étudié au chapitre 4.2.2).

Les paramètres seront différents mais la loi de versements libres dynamiques peut par exemple ressembler à la figure 3.4.

Aujourd'hui des méthodes de ***machine learning*** peuvent être utilisées pour construire ces lois. Pour plus de renseignements, le lecteur peut se référer au mémoire Assaraf (2020).

Lors de l'audit, il faudra vérifier la méthode de construction de ces lois, que celle-ci a été validée par *bakctesting* et qu'elle reflète les caractéristiques du portefeuille.

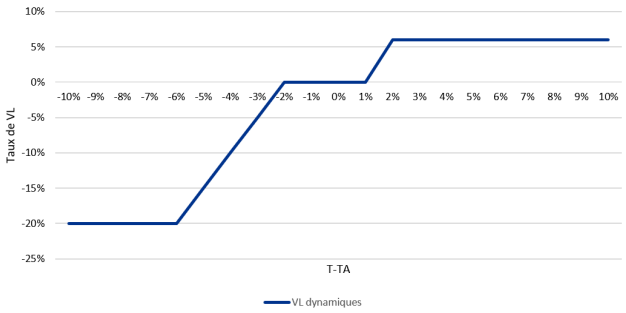


FIGURE 3.4 : Exemple de tendance de la loi de versements libres dynamiques

Audit des frais attribuables

Pour rappel, sous IFRS 17, les frais à inclure dans l'évaluation initiale d'un portefeuille sont les frais attribuables au groupe de contrats. Ce point est important car des frais plus largement attribuables à un contrat rendront celui-ci **onéreux**.

Trois méthodes pour déterminer la part de frais attribuables aux contrats se distinguent sur le marché :

- **Frais par destination** : les entités peuvent séparer les frais par destination en frais attribuables et frais non attribuables. Les frais d'acquisition, d'administration et de gestion de sinistre sont considérés comme attribuables et les autres (gestion de placement et charges techniques) comme non attribuables. Cette méthode est simple à mettre en place mais paraît ne pas prendre en compte la répartition de certains frais comme les fonctions support ;
- **Classes du compte 9 (charges par nature)** : cette méthode consiste à étudier le caractère attribuable et non attribuable pour chaque classe de compte 9 (frais de personnel, *marketing*, informatique, frais financiers...). Cette méthode, plus complexe, nécessite un niveau de justification important de la part des entités ;
- **Données historiques** : cette méthode consiste à séparer les frais en part attribuable et non attribuable. Sur la base des frais historiques réels passés, l'entité peut déterminer le pourcentage de frais directs compris dans les frais généraux. En pratique, les entités utilisent un pourcentage déterminé sur des données historiques pour séparer leurs frais en directs et indirects comme le montre la formule 3.3.

$$\sum_i \text{frais attribuables}_i = x\% \times \sum_i \text{frais totaux}_i, \tag{3.3}$$

où $i \in \{\text{frais administratifs, frais d'acquisition...}\}$ et x % correspond au taux de frais attribuables du portefeuille.

Comme il a été dit, ce taux est déterminé à partir des historiques de frais et est généralement transmis par les services de gestion de l'entité. Sur le marché français des assureurs, ce taux varie entre **60%** et **80%**.

La notion de frais attribuables n'est pas explicitement définie sous IFRS 17, les entités bénéficient une fois de plus d'une marge de liberté quant à leur interprétation. Lors de l'audit, si la dernière méthode est appliquée par l'entité, il est important de vérifier que le taux est correctement choisi pour que l'entité ne tente pas de s'attribuer moins de frais directs.

Audit de la courbe des taux

La courbe de taux est un élément essentiel pour la valorisation d'un portefeuille. Celle-ci peut avoir un impact important sur les réserves constituées par l'assureur et nécessite donc une attention particulière lors des audits.

Au niveau de la courbe des taux, les auditeurs peuvent effectuer un *benchmark* des pratiques de marché pour appréhender les différentes méthodes utilisées par les acteurs. Un *benchmark* est présenté dans le tableau 3.1.

Méthode	Principes	Difficulté de mise en place	Pratiques de marché	Utilisation acteurs
Bottom Up	Construction courbe taux sans risque	~	Courbe de taux swaps	+
			Obligations souveraines	+
			Obligations *corporates*	-
	Estimation prime de liquidité	+	Décomposition de spread	+
			Analyse des données de marché	–
Top Down	Construction courbe de rendement du portefeuille de référence	+	Portefeuille théorique d'actifs / Actifs actuels d'une entreprise	-
	Estimation prime de risque	+	*Credit Default Swap*	-
			Portefeuille répliquant	-

TABLE 3.1 : *Benchmark* des pratiques de marché pour la construction de la courbe des taux IFRS 17

Les méthodes de type ***Bottom Up*** sont les plus largement utilisées par les assureurs car plus simples d'utilisation que les méthodes *Top Down* et correspondent de plus près aux pratiques Solvabilité II. En général trois parties nécessitent d'être développées lors de la construction de la courbe des taux sans risque sous la méthode *Bottom Up* (ISG IFRS 17 KPMG, 2022b) :

- **Partie d'interpolation** : c'est la partie où les données de marché sont observables jusqu'à un certain point (LLP[1]) ;
- **Partie d'extrapolation** : la courbe des taux sans risque est extrapolée du dernier point observable jusqu'au point de convergence (noté T) ;
- **Partie de convergence** : la courbe des taux sans risque converge vers l'UFR[2] et stagne après ce point.

La figure 3.5 illustre le concept de cette construction.

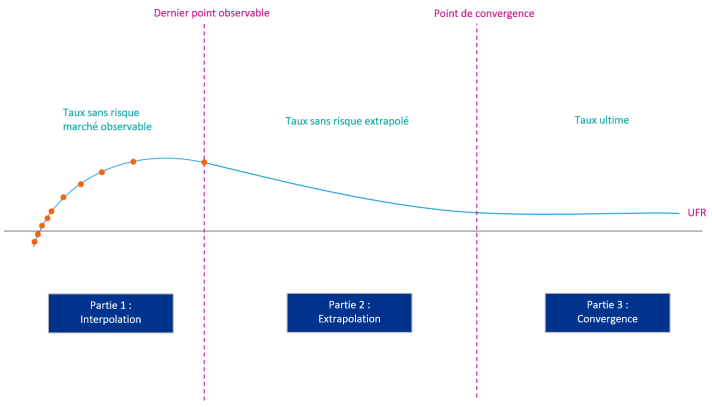


FIGURE 3.5 : Illustration de la construction de la courbe des taux sans risque - Approche Bottom Up

[1] *Last Liquid Point* : Dernier point d'observation liquide de l'instrument considéré pour construire la courbe des taux sans risque

[2] *Ultimate forward rate* : Taux vers lequel l'extrapolation de la courbe est censée converger

Lors des audits, des points d'attention pour chacune des deux méthodes citées précédemment sont à contrôler :

- **Méthode *Bottom Up*** : vérifier les données utilisées pour la construction de la courbe des taux sans risque et la méthode de calibration de celle-ci ; vérifier que les données utilisées pour l'estimation de la prime de liquidité représentent les caractéristiques du portefeuille ;
- **Méthode *Top Down*** : pour le choix du portefeuille de référence, celui ci doit présenter des similarités avec les contrats d'assurance. Par exemple, les actifs du portefeuille de référence peuvent être ceux détenus par l'entité.

Chaque méthode de construction présente des limites. Lors des audits, il est intéressant d'en prendre compte. Le lecteur peut se référer au mémoire Bru (2022).

Au niveau des procédures substantives, les auditeurs peuvent recalculer la courbe des taux via des **maquettes miroirs**. C'est ce qui sera réalisé dans le chapitre 4.2.1 de ce mémoire pour une courbe de type *Bottom-Up*. Ces maquettes peuvent également servir pour réaliser des sensibilités sur les paramètres de calcul.

Pour résumer sur la partie des spécificités IFRS 17, le plan de contrôles associé aux différents concepts vus précédemment se trouve sur la figure 3.6.

	Concept	Contrôles	Détails
Spécificités IFRS 17	Audit de la loi des versements libres	Méthode de construction	
		Prise en compte des caractéristiques du portefeuille	
		Backtesting	Vérifier sur les données passées que les prédictions de la loi étaient proches de la réalité (écarts inférieurs à un seuil fixé)
	Audit de la courbe des taux	Exhaustivité de la documentation	Vérifier l'exhaustivité des notes méthodologique, de process et normative
		Source des données de marché utilisées	
		Construction de la courbe des taux sans risque	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
		Construction de la prime de liquidité	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
		Construction de la prime de risque	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
		Choix du portefeuille de référence	Le portefeuille doit refléter au plus près les caractéristiques des contrats et être ajusté des différences avec le portefeuille de référence comme le calendrier des flux, les devises, les risques
		Méthode de construction / d'extrapolation	Analyser les différences des courbes en fonction des cohortes, la méthode d'extrapolation choisie, la cohérence avec la courbe EIOPA en terme de CRA, LLP, UFR et la cohérence avec les prix courants et observables du marché
	Audit de la loi de frais attribuables	Méthode de construction	
		Prise en compte les caractéristiques du portefeuille	

Figure 3.6 : Plan de contrôles pour l'audit des spécificités IFRS 17

Les points d'audits communs à SII

Analyse du processus de détermination du BEL global et de la documentation associée

Les assureurs utilisent des outils de modélisation différents (par exemple Prophet, Moses...) et n'interprètent pas la norme de la même façon. Il est par conséquent important que le processus de détermination du BEL soit documenté, d'une part pour aider les auditeurs dans leur mission d'audit mais aussi pour qu'au sein de l'équipe l'utilisation des différents outils soit possible par tous.

Cette documentation doit décrire les différentes étapes du calcul du BEL et doit comporter au minimum les éléments figurant dans le tableau 3.2.

Concepts	Élements à décrire
Fonctionnement GSE	Entrées de l'outil
	Modèles implémentés
	Langage utilisé
	Lancement des scénarios
	Sorties de l'outil
Construction des entrées du GSE	Courbe des taux
	Sources des variables de marché
Fonctionnement du modèle ALM	Entrées du modèle
	Fonctionnalités implémentées (spécifiques à IFRS 17)
	Langage utilisé
	Lancement du modèle
	Sorties du modèle
Construction des entrées du modèle ALM	*Model points* (variables, méthode d'agrégation...)
	Hypothèses
Traitement des sorties du modèle ALM	Calcul du BEL
Environnement de contrôle	Contrôles effectués
	Fréquence d'éxécution
Environnement de gouvernance	Processus de prise de décisions
	Processus de validation des décisions

TABLE 3.2 : Documentation du processus de calcul du BEL

Les contrôles à effectuer sur cette documentation consistent notamment à vérifier sa fréquence de mise à jour, son exhaustivité, sa pertinence et son efficacité. De plus, les auditeurs peuvent effectuer des sessions Q & A (*Questions & Answers*) pour obtenir des informations sur le processus et comprendre les principes spécifiques à l'entité et explorer la documentation.

Revue des *model points* et de la qualité des données

Les actuaires ont le devoir de contrôler la construction des *model points* et par conséquent de juger la qualité des données utilisées en amont des modélisations.

Le processus d'audit des *model points* est schématisé sur la figure 3.7.

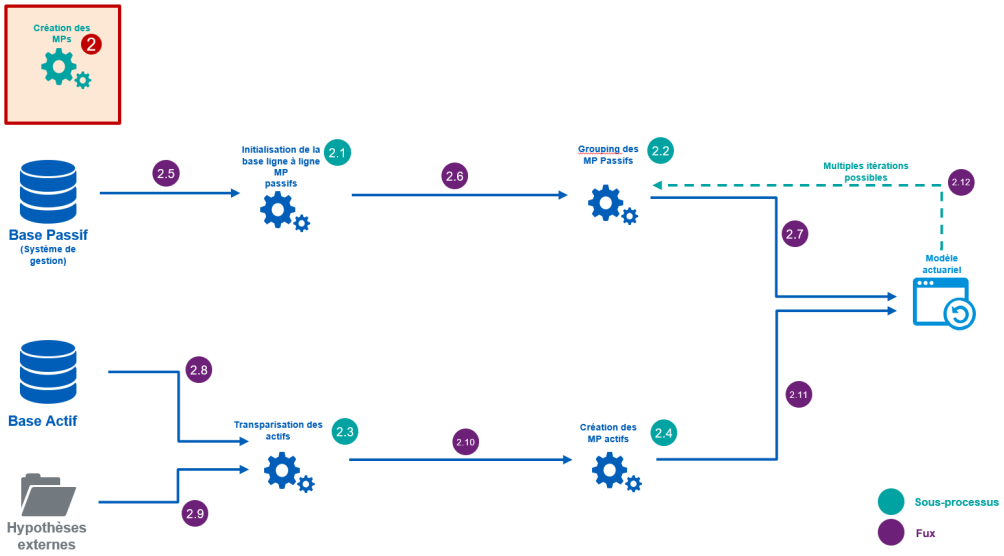


FIGURE 3.7 : Processus d'audit des *model points*

Description des flux et sous processus :

- **Flux 2.5, 2.8, 2.9 : Réconciliation de la base ligne à ligne et des inputs.** Il faut vérifier qu'il n'existe aucune perte de données entre les *inputs* (base actif, passif et hypothèses externes généralement fournies par le système de gestion) et la base ligne à ligne : par exemple la somme des valeurs de marché et la somme des valeurs comptables doivent être égales dans les deux bases actifs et similairement pour les réserves mathématiques dans les bases passifs ;
- **Sous-processus 2.1, 2.3 : Construction des MPs.** Il faut vérifier que la construction des MPs est d'une part, documentée mais aussi que les variables présentes sont exhaustives et pertinentes (variables types IFRS 17 : portefeuille, cohortes, versements libres, frais attribuables...). Côté actifs, il faut contrôler la **transparisation**[1] de la base ligne à ligne. Les informations attendues sont par exemple le montant du titre, son émetteur, sa notation... ;
- **Flux 2.6, 2.10 et sous-processus 2.2 et 2.4 : Agrégation des données.** Il faut vérifier que la création du *model point* n'entraîne pas de perte d'information due à l'agrégation choisie. L'entité se doit de démontrer que l'agrégation choisie n'a pas d'impact sur les résultats en lançant, par exemple, ses modélisations avec la base ligne à ligne et la base agrégée ;
- **Flux 2.7 et 2.11 : Réconciliation du modèle actuariel et des *model points*.** Il faut vérifier qu'il n'existe aucune déformation de données lors de la transmission des *model points* en entrée du modèle ALM.

Au niveau des *model points*, des **ajustements manuels** peuvent être réalisés, ceux-ci doivent être documentés et contrôlés.

Les contrôles à effectuer sur les *models points* sont résumés sur la figure 3.8.

[1] Niveau de détail et d'accumulation des données d'actifs

Concept	Contrôles	Détails
Audit des *model points* et de la qualité des données	Réconciliation de la base ligne à ligne et des *inputs*	Vérifier qu'il n'existe aucune perte de données. Par exemple la somme des valeurs de marché doit être égale dans la base actifs et la base ligne à ligne
	Transparisation du MP actifs	Informations à fournir : montant, émetteur, notation du titre...
	Agrégation des données	Vérifier qu'il n'existe aucune perte d'informations. Par exemple, la somme des valeurs nettes comptables doit être égale dans le MP et la base ligne à ligne (ou inférieure à un seuil fixé)
		Vérifier qu'il n'y a pas d'impact sur le résultat (faire tourner le modèle avec les MPs et les bases ligne à ligne)
	Réconciliation du modèle actuariel et des MPs	Vérifier qu'il n'existe aucune perte/déformation de données
	Analyses des évolutions entre deux années successives	Vérifier que les évolutions entre deux années sont cohérentes. Si des variations importantes existent, celles-ci doivent être justifiées (en lien avec l'impact des affaires nouvelles, crise sanitaire...)
	Validation de la première construction des MPs	
	Analyse de la qualité des données	Vérifier les données manquantes, aberrantes, ordres de grandeurs, unités de mesures pour les données en termes d'encours (PM, primes), démographiques (âge, sexe, nombre), contractuelle (taux de chargement, taux de commission), volume de sinistres et frais, taux de participation aux bénéfices, taux moyen garanti (TMG)
	Réconciliation au niveau comptable	Vérification que les données (actifs sous-jacents, volume de PM, primes...) en sortie de modèle en t=0 sont en ligne avec les données comptables
	Validation des variables clés IFRS 17	Vérification des variables portefeuilles, versements libres, cohortes...
	Ajustements manuels	Vérifier que les ajustements manuels sont documentés

FIGURE 3.8 : Plan de contrôles pour l'audit des *model points*

Revue des hypothèses

Comme il a été vu précédemment, les hypothèses sont utilisées pour le modèle ALM. Il existe plusieurs types d'hypothèses économiques : les hypothèses **comportementales** (lois de reversements, lois de résiliations/rachat, lois de sortie en rente, défaut réassureurs...), les hypothèses de **sinistralité** (mortalité, entrée/maintien en incapacité, passage/maintien en invalidité...), les hypothèses basées sur le **jugement d'expert** (allocation actifs, stratégie participation aux bénéfice, traitement des réserves réglementaires...), les hypothèses économiques et les hypothèses de frais, taxes, commissions et chargements. Le processus d'audit des hypothèses est schématisé sur la figure 3.9.

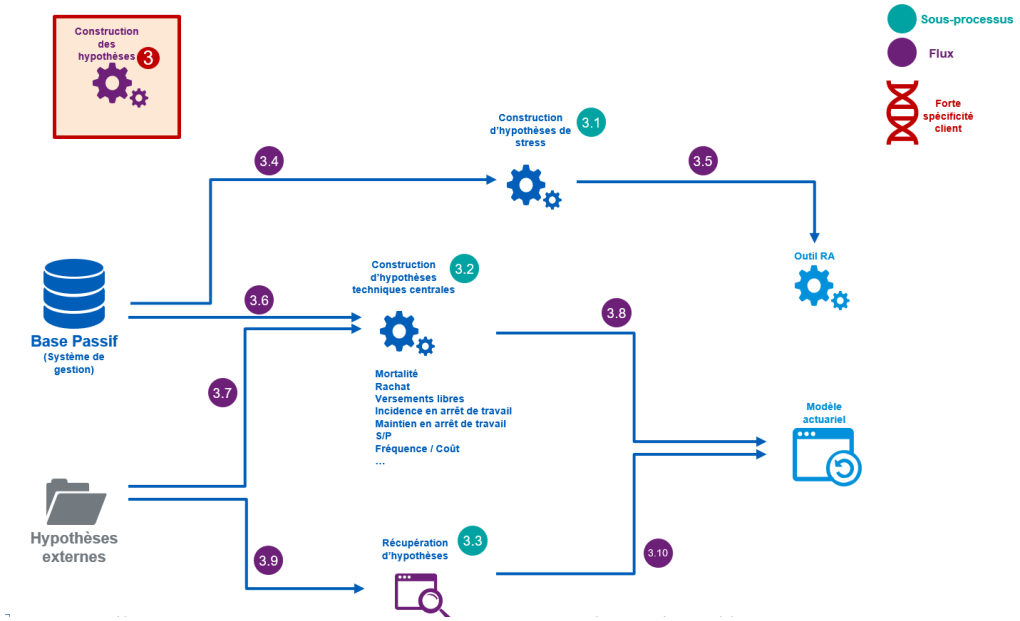


FIGURE 3.9 : Processus d'audit des hypothèses

Description des flux et sous processus :

- **Flux 3.6 et 3.7 et sous-processus 3.2 : Construction des hypothèses.** Il faut vérifier la correcte construction des hypothèses en fonction des caractéristiques du portefeuille, des données historiques, des hypothèse externes et leur correcte calibration ;
- **Flux 3.4 et sous-processus 3.1 : Construction d'hypothèses de stress.** Pour calculer le RA, des "chocs" sont utilisés pour capter l'importance des différents risques. Ces "chocs" correspondent à la construction d'hypothèses de *stress* qui peuvent être par exemple des hypothèses de frais défavorables ou favorables. Il faut vérifier la correcte construction des hypothèses en fonction des caractéristiques du portefeuille ;
- **Flux 3.9 et sous-processus 3.3 : Récupération d'hypothèses externes.** Les hypothèses externes peuvent provenir de plusieurs systèmes (système de gestion...). Il faut vérifier la correcte prise en compte de l'ensemble des hypothèses externes ;
- **Flux 3.5, 3.8 et 3.10 : Contrôle de la mise à jour des hypothèses dans le modèle.** Il faut vérifier la correcte prise en compte des changements par rapport à l'exercice précédent et des dernières versions validées par le *management*.

Les contrôles associés à ce processus sont listés dans le tableau 3.10.

Concept	Contrôles	Détails
Audit des hypothèses non économiques	Méthode de construction	Vérifier que les hypothèses reflètent les caractéristiques du portefeuille (pour les tables de mortalité d'expérience par exemple)
	Mise à jour dans le modèle ALM	
	Hypothèses nouvelles par rapport à SII	Vérifier la construction de loi de versements libres, frais attribuables
	Backtesting	Vérifier sur les données passées que les prédictions de la loi étaient proches de la réalité (écarts inférieurs à un seuil fixé)
	Analyses des évolutions entre deux années successives	Il est attendu une évolution très faible des hypothèses. L'entité peut fixer un seuil d'évolution en dessous duquel les changements ne sont pas significatifs (exemple : 2 points de pourcentage maximum pour l'évolution des hypothèses de rachat). Les évolutions doivent être justifiées (inflation...).

FIGURE 3.10 : Plan de contrôles pour l'audit des hypothèses non économiques

Comme procédure substantive au niveau des hypothèses, il est possible de vérifier leur correcte implémentation dans le modèle en faisant des recalculs partiels au niveau du scénario déterministe sur la première période. C'est ce qui sera réalisé dans le chapitre 4.3.1 de ce mémoire.

Revue des modélisations GSE et ALM

Le processus d'audit des modélisations est schématisé sur la figure 3.11.

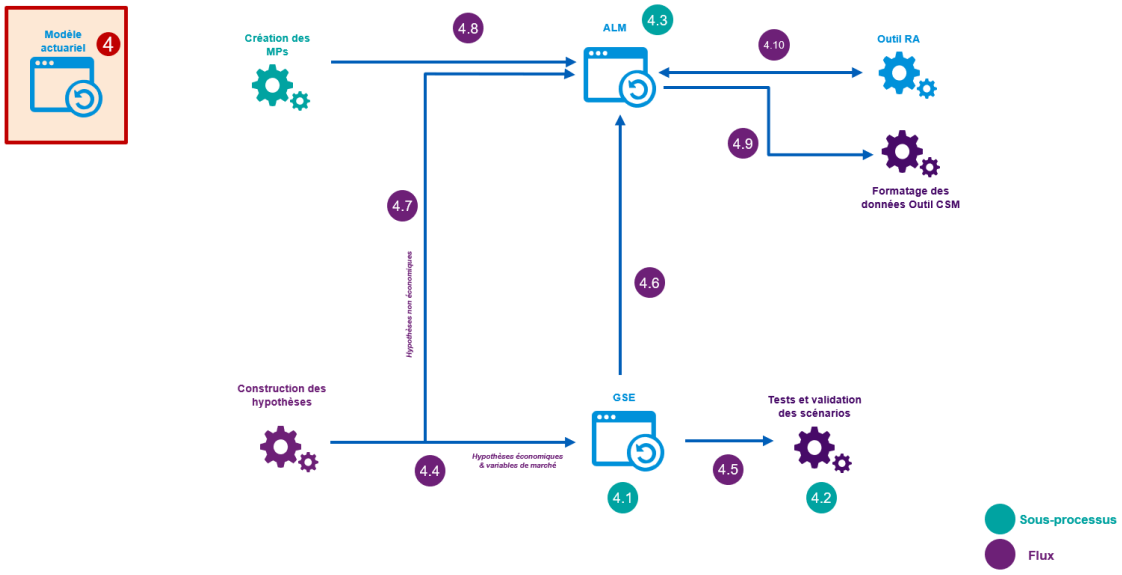


FIGURE 3.11 : Processus d'audit des modélisations actuarielles

Description des flux et sous processus :

- **Flux 4.4 : Réconciliation de l'outil GSE et de ses *inputs*.** Il faut vérifier que les *inputs* (variables de marché, courbe des taux...) sont correctement pris en compte par l'outil GSE sans aucune perte de données ;
- **Sous-processus 4.1 : Revue des modèles de diffusion et leur calibration**[1]**.** Il faut vérifier la correcte implémentation des modèles. Au niveau de la calibration, en général, les procédures usuelles reposent sur la courbe des taux EIOPA, l'extraction des surfaces de volatilités implicites de swaptions ATM[2] et OTM[3] issues de Bloomberg et des matrices de transitions ;
- **Flux 4.5 et sous-processus 4.2 : Revue des différents tests de validation du GSE.** Il faut vérifier que l'entité a mis en place suffisamment de tests pour valider les *outputs* de son outil : test de convergence des scénarios, test de martingalité, test de *repricing* / test de *market consistency* (vérifiant que les trajectoires simulées reflètent les données de marché utilisées pour la calibration des modèles), test de rendements... ;
- **Flux 4.6, 4.7, 4.8 : Réconciliation du modèle ALM et de ses inputs.** Il faut vérifier que les *inputs* (scénarios, MP, hypothèses) sont correctement pris en compte par le modèle sans aucune perte de données ;
- **Sous-processus 4.3 : Implémentation du modèle ALM :** Vérifier la correcte implémentation du modèle en se concentrant sur les spécificités IFRS 17 et les spécificités propres au client ;
- **Flux 4.9 et 4.10 : Réconciliation des sorties du modèle avec les outils de calcul RA et CSM**.

Ce processus peut se décomposer en l'audit du GSE et l'audit du modèle ALM. Les contrôles liés à ces processus sont listés dans le tableau 3.12.

[1] Processus d'optimisation d'un modèle mathématique par rapport à des données de références dans l'optique de fiabiliser son comportement lors de son utilisation

[2] *At The Money*

[3] *Of The Money*

Concept	Contrôles	Détails
Audit du GSE	Réconciliation de l'outils et ses *inputs*	
	Modèles de diffusion et calibration	Il faut vérifier la correcte implémentation des modèles et valider la justification de leur utilisation et leur calibration
	Hypothèses de structure	Vérifier la cohérence des paramètres nombre de scénarios, horizon, pas de projection...
	Tests de validation	Il faut vérifier que l'entité a mis en place suffisamment de tests pour valider les *outputs* de son outil : test de convergence des scénarios, test de martingalité, test de repricing / test de market consistency, test des rendements...
Audit de l'implémentation du modèle ALM	Réconciliation du modèle et de ses *inputs*	
	Implémentation du modèle	Identifier les développements spécifiques réalisés pour s'adapter à IFRS 17 et les éléments propres à l'entité (par exemple : rachats à 100% après 5 années consécutives de taux bas) et vérifier leur correcte implémentation. Cela peut s'effectuer en lançant des scénarios ciblés pour déclencher ces éléments spécifiques (par exemple lancer un scénario défavorable pour vérifier que le minimum de PB réglementaire est quand même respecté, déclenchement des rachats dynamiques...). Il est aussi nécessaire de vérifier que la maille de sortie du modèle est la même qu'en entrée
	Méthodologie de projection des *cash flows*	Vérifier l'exhaustivité des flux pris en compte dans le modèle
	Sortie du modèle	Vérifier la transformation des variables actuarielles en écritures comptables
	Traitement de fin de projection	Vérifier que la PM résiduelle est plus importante avec les versements libres et vérifier l'impact sur les *coverage units* et le pourcentage de relâchement
	Analyses des changements de modèle entre deux années successives	Ces différences si elles existent doivent être documentées

FIGURE 3.12 : Plan de contrôles pour l'audit du GSE et de l'implémentation du modèle ALM

Au niveau de la méthodologie de projection des *cash-flows* l'auditeur peut identifier dans le modèle comment est calculé le BEL. Au minimum, les flux à considérer pour le calcul du BEL sont :

- prestations (décès, rachats...) ;
- primes / versements libres ;
- frais, commissions, chargements ;
- flux de fin de projection.

L'objectif en auditant le modèle ALM du client est aussi de vérifier que les hypothèses principales du portefeuille sont correctement implémentées (versements libres, rachats dynamiques, frais attribuables, PB, spécificités clients...).

La **participation aux bénéfices** est un principe essentiel et caractéristique du modèle VFA. Lors de l'audit, une attention particulière devra être consacrée à ce point. En cas de participation aux bénéfices contractuelle il est essentiel de vérifier que celle-ci est correctement implémentée. Pour la participation réglementaire, il faut principalement vérifier :

- qu'elle est bien respectée sur un scénario défavorable (i.e. un scénario pour lequel le BEL est très élevé) : cela peut par exemple s'effectuer en vérifiant que la PB versée plus les intérêts techniques est toujours supérieure ou égale à 90% des bénéfices techniques plus 85% des bénéfices financiers de l'assureur. Ce point sera vu au chapitre 4.3.6 ;
- que tous les contrats/périmètres concernés ont bien une allocation de participation aux bénéfices ;
- qu'elle est bien allouée à la maille du groupe de contrat (sur le marché, les entités calculent le rendement financier au global sur le portefeuille et l'allouent aux groupes de contrats proportionnellement à la provision mathématique du groupe).

Une provision associée à la participation aux bénéfices est la **PPE** (provision pour participation aux excédents). Cette provision donne la possibilité à l'assureur de ne pas verser la PB directement et de la stocker pour au maximum 8 ans. Les règles de lissage de la PPE et de dotation/reprise doivent être justifiées et se retrouver dans le modèle.

Comme procédures substantives au niveau du GSE, les actuaires peuvent vérifier l'implémentation des modèles et refaire des tests sur les scénarios. Dans le chapitre 4.2.1 de ce mémoire, un test de martingalité et un test de rendement seront construits.

Pour vérifier la correcte implémentation du modèle ALM, les auditeurs peuvent effectuer des recalculs partiels ou des contrôles de cohérence. Les effets sur le BEL sont toujours à prendre en compte. Des procédures substantives peuvent consister à désactiver des hypothèses du modèle pour regarder les effets sur le BEL (cf. chapitre 5.3).

Revue des résultats et validation du calcul du BEL

Ce paragraphe se concentre sur la validation des résultats en sortie du modèle ALM et la valeur du BEL obtenue. Les contrôles à réaliser au minimum par l'entité sont les suivants :

- Analyse de la cohérence des résultats par *model point* / portefeuille / groupe (analyse par ratios, analyse de la distribution des résultats) ;
- Analyse des résultats et des interprétations (documentation d'analyse produite par le client) ;
- Analyse de la cohérence des résultats entre deux années successives (les variations du BEL doivent être expliquées : taux d'intérêts, *new business*...) ;
- Analyse de la cohérence des résultats entre BEL SII et IFRS 17 (l'écart entre les deux valeurs doit approximativement être représentatif de l'impact des versements libres, frais attribuables, taxes et courbe des taux IFRS 17 comme indiqué en partie 3.2.1).

Les procédures substantives possibles sont nombreuses. Une première procédure peut être de relancer le modèle ALM du client avec ses *inputs*. Cette procédure permet de vérifier que la valeur du BEL donnée par le client correspond bien aux *inputs* qu'il a fourni en début de mission. Cela permet aussi de s'assurer qu'il n'y a pas d'erreurs opérationnelles et que le client n'a pas activé seulement certaines spécificités du modèle pour avoir des meilleurs résultats. Cette procédure doit mener les auditeurs à exactement la même valeur de BEL que celle annoncée par le client. Cette procédure peut être simplifiée en ne relançant, dans un premier temps, que le scénario déterministe puis certains scénarios stochastiques. Les recalculs peuvent se faire en se concentrant sur un périmètre en particulier.

Il est courant que les actuaires aient développé leur propre modèle ALM en interne. Il est alors possible d'utiliser ces modèles pour valider la valeur du BEL du client. Malheureusement, cette procédure est chronophage. En effet, pour appliquer cette procédure il est nécessaire d'adapter les *inputs* du client au modèle et le temps de simulation peut être long. Les missions d'audit étant limitées dans le temps cette procédure n'est, en pratique, généralement pas possible. De plus, des différences sont inévitables entre la valeur du client et celle des auditeurs. Cependant, si celles-ci peuvent être justifiées, cette procédure est un moyen robuste de valider les résultats du client. En tant que CAC[1], KPMG dispose d'outils pour effectuer des recalculs : un GSE, un modèle ALM nommé DEvent et des maquettes miroirs. Cette procédure sera donc réalisée dans le chapitre 4 de ce mémoire.

Pour palier au manque de temps, il est possible dans un premier temps, d'étudier le scénario déterministe puis de lancer un nombre restreint de scénarios stochastiques judicieusement choisis couvrant les situations extrêmes dans lesquelles le portefeuille peut se trouver. En validant certains scénarios stochastiques extrêmes, cela permet d'être raisonnablement certain que les autres scénarios sont correctes (cf. chapitre 4.3.4).

[1]Commissaire aux comptes

Pour finir sur l'audit des résultats, des études de sensibilités aux hypothèse sont essentielles pour vérifier que la valeur du BEL évolue logiquement avec le changement d'hypothèses (cf. chapitre 5.3).

Frontière de contrat

Les contrôles pour l'audit de la frontière des contrats sont les suivants :

- Vérifier que les flux de trésorerie reliés aux contrats existants et futurs sont bien distingués ;
- Vérifier le processus de détermination de la "fin des obligations substantives de l'entité à fournir un service" ;
- Vérifier la correcte prise en compte dans la frontière de contrat :
  - **des clauses d'annulation** : celles-ci peuvent avoir un impact sur la contrainte qu'exerce l'entité sur l'assuré à payer ses primes. Dans ce cas, la limite du contrat peut être antérieure à la durée de service telle que décrite dans le contrat et les flux de trésorerie contractuels au-delà de cette date d'effet d'annulation se rapportent à des contrats d'assurance futurs et ne sont pas compris dans le périmètre initial du contrat ;
  - **des mécanismes de refixation des prix** : de nombreux contrats d'assurance contiennent des clauses qui permettent à l'assureur de refixer le prix du contrat. La nature de ces clauses et l'étendue de la revalorisation autorisée peuvent avoir un impact sur les limites du contrat ;
  - **des options contractuelles** : de nombreux contrats d'assurance comportent des options qui permettent aux assurés de prendre des mesures qui modifient le montant, le calendrier, la nature ou l'incertitude des montants qu'ils recevront, par exemple : des options de renouvellement, des options pour ajouter une couverture supplémentaire, des options de rachat... . Dans le cas des options dont les termes sont fixés par l'assureur (par exemple, une couverture supplémentaire ou des renouvellements à des taux fixes) elles seront dans les limites du contrat si l'entité ne peut pas refaire le prix du contrat dans son intégralité pour refléter les risques réévalués parce que le prix est fixé pour un ou plusieurs des risques inclus dans le contrat.

Analyse du non modélisé

Le non modélisé peut, par exemple, correspondre à des petits périmètres ou des lancements de produits pour lesquels les données ne sont pas assez importantes pour être modélisées via des outils de projection. Cependant, ces activités non modélisées doivent être affectées aux activités modélisées de l'entité sans créer de nouveaux groupes de contrats d'assurance (par le biais d'une majoration des flux de trésorerie des UoA modélisées similaires par exemple). Dans ce processus, il convient de tenir compte du fait que la répartition des activités non modélisées ne doit pas entraîner de décalages en termes de flux de trésorerie attendus de la période et/ou de la durée du passif.

Dans le cas où il n'y a pas d'UoAs modélisés similaires, l'entité peut créer un groupe spécifique de contrats d'assurance faisant référence à des affaires non modélisées qui devraient remplir les conditions ci-dessous.

- La PVFCF de ces UoA doit toujours être égale à la réserve mathématique locale de référence pour chaque période de *reporting* ;
- Le RA de ces UoA doit toujours être égale à zéro dans chaque période de déclaration ;
- La CSM de ces UoA doit toujours être égale à zéro dans chaque période de référence ;
- Les flux de trésorerie réels et attendus (le cas échéant) doivent être comptabilisés dans le compte de résultat (c'est-à-dire qu'aucun service futur ne doit être comptabilisé).

De plus, si des provisions sont non modélisées (PGG..) et ajoutées au BEL en fin de projection, celles-ci peuvent créer un biais notamment au niveau du calcul de la PB minimum. Cependant, ces provisions étant complexes à calculer et approximer, leur inclusion dans le modèle pourrait le complexifier. Un suivi de ces provisions doit être effectué et une valorisation hors modèle doit être considérée.

Lors des modélisations, cette partie non modélisée induit un *mismatch* entre l'assiette globale des actifs du portefeuille et le passif modélisé. Hors, les modélisations devant posséder le caractère *Market Consistency* (qui implique, notamment, que les actifs sont égaux aux passifs) une méthode de ***scaling*** doit être effectuée. Cette méthode permet d'appliquer un ratio aux actifs détenus par l'entité pour qu'ils soient égaux aux passifs. Lors de cette étape, il faudra vérifier qu'aucune déformation dans les proportions d'actifs n'a été induite.

Pour finir, la partie non modélisée ne doit pas être représentative du portefeuille et doit être inférieure à un seuil de tolérance fixé.

Revue du traitement du leakage

Le *leakage* peut être définie comme la possible **création/perte** ("fuite" en français) **de valeur** au sein du modèle ALM. Cet effet peut être généré soit dans les scénarios stochastiques (lorsque, par exemple, le test de martingalité n'est pas parfaitement vérifié), soit par des erreurs dans le modèle actuariel. Par exemple, dans le cas où l'horizon de projection du modèle actuariel est plus court que la durée maximale du passif, il restera un certain montant d'actifs/passifs à la fin des projections. À moins que d'autres méthodes ne fournissent une représentation plus objective, la valeur restante doit être répartie entre les assurés et les actionnaires de manière proportionnelle, selon le rapport entre la PVFCF et la PVFP.

Les fuites éventuelles doivent être maintenues en dessous d'un certain seuil de tolérance (par exemple le ratio $\frac{\text{leakage}}{\text{BE ouverture}}$ doit être inférieur à un seuil fixé). Dans le cas contraire, une enquête plus approfondie est nécessaire et les solutions ou approximations de modélisation appropriées doivent être correctement documentées et validées.

La mesure de cette fuite / écart de convergence se fait comme la différence entre la valeur de marché des actifs et la somme du BEL et de la PVFP. Cet écart, rationalisé sur la valeur de marché, représente l'écart de convergence, soit la fuite du modèle.

L'audit du BEL est non seulement complexe mais très lourd en terme de contrôles et procédures. Les missions d'audits étant limitées dans le temps il peut aujourd'hui être intéressant de se tourner vers des méthodes de *machine learning* (réseaux de neurones...) pour accélérer les calculs et effectuer des comparaisons avec les résultats du client.

3.2.2 Audit du RA

L'ajustement du risque représente la vision propre à l'entité de la compensation qu'elle exige pour supporter l'incertitude quant au montant et à l'échéance des flux de trésorerie qui découle du risque non financier. Il s'agit donc d'une mesure spécifique à l'entité. Le caractère approprié de toute méthodologie dépend des circonstances individuelles de chaque entité. Cependant, la norme IFRS 17 exige que l'ajustement du RA reflète tous les risques non financiers découlant des contrats d'assurance. Cet ajustement doit donc refléter un nombre important de risques non financiers différents, la nature exacte de ceux-ci variant selon les entités et dépendant de la nature des contrats. L'identification des risques non financiers pertinents nécessitera l'exercice d'un jugement important.

Les risques non financiers possibles incluent, mais ne sont pas limités à :

- La survenance, le montant, le moment et l'évolution des sinistres ;
- Les déchéances, les rachats, la persistance des primes et autres actions des assurés ;
- L'incertitude associée aux coûts de gestion des contrats ;
- Les développements et tendances externes, dans la mesure où ils affectent les actions des titulaires de polices ou les flux de trésorerie de l'assurance.

Les risques qui ne découlent pas du contrat d'assurance, par exemple les risques opérationnels généraux, sont exclus de l'évaluation de l'ajustement des risques.

Dans certains cas, il peut y avoir des interactions entre les variables financières et les variables non financières qui ont un impact sur les flux de trésorerie attendus. Cela rend la distinction entre le risque financier et le risque non financier plus difficile à déterminer. Par exemple, le comportement des assurés peut être influencé par la performance des investissements lorsqu'il existe des liens entre le rendement des investissements et les taux de crédit / valeurs contractuelles.

La norme ne précise pas l'approche à retenir pour le calcul du RA. Cependant, comme vu au chapitre 2.1.2 de ce mémoire, trois méthodes se démarquent sur le marché. Comme pour la courbe des taux, il peut être intéressant pour les auditeurs de réaliser un *benchmarck* des avantages et inconvénients de chaque méthode pour vérifier qu'en pratique, les entités les utilisent correctement. Ce *benchmarck* se retrouve sur le tableau 3.3 (Warari, 2019).

Méthode	Principe	Avantages	Inconvénients
VaR / TVaR	Détermination d'un quantile sur une distribution des flux futurs actualisés	- Calcul direct - Comparaison aisée entre les entités grâce au niveau de confiance	- Distribution complexe à obtenir - Incohérence dans le cas de distribution à queue lourde (pour la VaR)
Coût du capital	Projection du capital requis pour supporter les risques multiplié par le coût de son immobilisation	Similitudes SII	- Communication difficile à un niveau de confiance fixe - Calcul du coût du capital complexe

Table 3.3 : *Benchmarck* des pratiques de marché pour le calcul du RA

En épargne-retraite, le plus souvent les options suivantes sont observées :

- **Pour la couverture résiduelle** : soit une approche de type coût du capital soit une approche dite de type "*Provision for Adverse Deviation*" ou PAD, c'est-à-dire une approche où l'ajustement pour risque est calculé par différence entre un BE calculé avec des hypothèses plus défavorables et la meilleure estimation. Cette méthode sera étudiée dans le chapitre 4.4 de ce mémoire en répliquant le calcul du RA via une maquette miroir ;
- **Pour les sinistres survenus** : en épargne-retraite, les sinistres correspondent à des montants certains ou quasi-certains, il n'y a donc pas d'ajustement pour risque.

Si une entité choisit de ne pas utiliser une technique de niveau de confiance, elle est tenue de fournir le niveau de confiance équivalent correspondant aux résultats de cette technique afin d'assurer la comparabilité.

Si IFRS 17 ne prescrit pas de méthode pour la détermination de l'ajustement pour risque, la norme fixe en revanche certains principes à respecter parmi lesquels le fait que plus un contrat dure longtemps, plus l'ajustement pour risque est élevé : cela exclut a priori une méthode qui ne serait basée que sur des chocs à un an comme ceux du pilier I de Solvabilité II sans ajustement. Les principes a respecter pour le calcul du RA sont énumérés ci-après.

- RA (risques faible fréquence et forte sévérité) > à RA (risques haute fréquence et faible sévérité) ;
- RA est croissant en fonction de la maturité de contrat ;
- RA est croissant en fonction de l'écart type ;

– Le RA est décroissant avec l'information disponible pour l'estimation des montants et l'échéancier des flux de trésorerie future ;
– RA est croissant avec l'incertitude liée au calcul du *Current Estimate*.

Le plan de contrôles associé à l'audit du RA se retrouve sur la figure 3.13.

Concept	Contrôles	Détails
Revue du calcul du RA	Hypothèses de calcul	Revue des données d'entrée et des hypothèses de calcul (mortalité, catastrophe, longévité, rachats hausse, rachats baisse, rachats massif, frais, primes et réserves, revue des contrôles de l'entité)
	Mise en œuvre opérationnelle	Revue de la mise en œuvre opérationnelle des principes méthodologiques : - Qualité de la documentation, justification des simplifications et jugement d'experts - Cartographie des facteurs de risque au regard du portefeuille et du calcul du BE ; identification des facteurs inclus ou exclus du calcul - Justification du calibrage des hypothèses propres au RA - Allocation par groupe de contrats - Contrôles mis en œuvre
	Revue du calcul	
	Tests quantitatifs	Tests quantitatifs - Cohérence de la sensibilité du RA au niveau d'incertitude sur les cash-flows, au couple fréquence-sévérité, à la duration ou tout autre indicateur - Recalibrages ou recalculs partiels

FIGURE 3.13 : Plan de contrôles pour l'audit du RA

3.2.3 Audit de la CSM de transition

La CSM est un concept totalement nouveau et propre à la norme IFRS 17 pour lequel, à la différence du RA par exemple, aucune similitudes n'existent avec la directive Solvabilité II. L'audit de la CSM est, par conséquent, très important pour vérifier que les entités ont bien assimilées cette nouveauté.

Aujourd'hui, les assureurs utilisent des outils pour calculer la CSM. Le processus d'audit construit au chapitre 2.2.2 montre que les données doivent être formatées avant de rentrer dans l'outil de calcul CSM. Ce fonctionnement est illustré sur la figure 3.14.

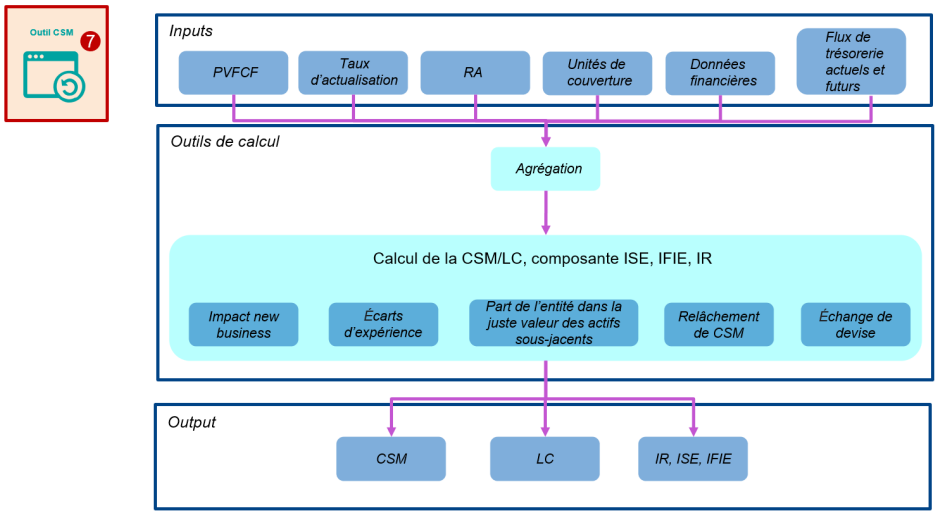


FIGURE 3.14 : Processus de calcul de la CSM

Le plan de contrôle associé à l'audit de la CSM se retrouve dans le tableau 3.15.

Concept	Contrôles	Détails
Calcul de la CSM de transition	Mise en œuvre FRA	Vérifier : la source de données historiques comptables, le *split* des cohortes, le rollforward de la CSM
	Mise en œuvre MRA	Vérifier : les sources de données historiques comptables, la profondeur de l'historique, les retraitements effectués sur ces données, le *split* des cohortes, l'ajustement des données historiques...Vérifier que la mise en oeuvre de la méthode MRA n'implique pas de coûts et efforts importants et vérifier les simplifications faites pour utiliser cette méthode
	Mise en œuvre FVA	Vérifier comment la juste valeur des passifs est déterminée
Calcul de la CSM ultérieur	Méthode de calcul	Vérification que la CSM reflète : la CSM du reporting précédent; les effets des nouveaux contrats; la part de l'entité dans les changements de juste valeur des actifs sous-jacents; les changements des FCF liés aux services futurs; les effets de changement de devise; le relâchement en P&L
Calcul de la CSM en date de comptabilisation initiale	Méthode de calcul	Vérification que la CSM reflète les FCF, la décomptabilisation des actifs, les flux de trésorerie du groupe à la comptabilisation initiale
Traitement de la LC	Perte comptabilisée en résultat	
Unités de couvertures	Méthode de détermination des UC	Vérifier si la quantité de bénéfice et la période de couverture ont correctement été déterminées

FIGURE 3.15 : Plan de contrôles pour l'audit de la CSM

Unités de couverture : Pour les contrats en VFA, la détermination de la période et les unités de couverture tient compte des services liés à l'investissement. La période de couverture doit refléter les estimations de rachats et annulations de contrats et la probabilité de l'apparition des évènements assurés. Les unités de couverture détermine le rythme d'amortissement de la CSM et donc le rythme d'émergence du résultat, il convient donc de veiller à : la détermination d'unités appropriées d'un point de vue économique et conformes à la norme, en particulier pour les contrats réunissant plusieurs garanties ou des composantes à la fois d'assurance et d'investissement. Sur le marché, les unités de couvertures sont généralement déterminées par une répartition linéaire au fil du temps ou par un ratio de PM.

CSM de transition : Comme il a été vu au chapitre 1.1.3 de ce mémoire, le principe de la transition est d'évaluer les composantes du passif d'assurance à la date de transition conformément aux principes définis par la normes IFRS 17.

La méthode MRA sera utilisée dans le chapitre 4.5 de ce mémoire, quelques contrôles supplémentaires sont donc décrits dans la suite.

De nombreux retraitements et estimations sont effectués sur les données historiques pour pouvoir utiliser la méthode MRA. L'entité se doit de prouver que ces retraitements n'ont pas d'impact significatif sur le résultat de la CSM de transition. De plus, la méthode MRA permet certaines simplifications par rapport à la méthode FRA. Lors de l'audit, il faudra vérifier que ces simplifications sont correctement effectuées et que l'entité n'a pas dissimulée d'autres simplifications en effectuant celles autorisées. Les simplifications autorisées sont listées ci-dessous (§C).

- L'exclusion de l'impact des écarts d'expérience dans les flux sur les périodes passées ;
- La définition de groupes de contrats à la date de transition ;
- L'évaluation de l'ajustement du risque à la date d'entrée en vigueur qui peut être dérivé de l'ajustement du risque à la date de transition en utilisant un proxy ;
- Le fait que les générations peuvent être rassemblées. Par conséquent, la MRA peut être mise en œuvre même si les données par génération ne sont pas disponibles. Cette simplification permet également d'inclure tous les contrats en portefeuille. En effet, si toutes les générations sont collectées, une marge de service contractuelle sera également calculée pour les contrats les plus anciens qui sont encore présents dans le portefeuille à la date de transition ;
- Calculer la CSM à l'origine comme la somme de la PVFCF à la date de transition et des flux de trésorerie réels entre l'origine et la date de transition.

Pour finir, au niveau des procédures substantives, les auditeurs peuvent recalculer la CSM de transition via des maquettes miroirs. C'est ce qui sera réalisé dans le chapitre 4.5 de ce mémoire. Ces maquettes peuvent également servir pour réaliser des sensibilités sur les paramètres de calcul.

3.3 Audit des états financiers

Cette section se concentre sur l'audit des états financiers construits sous IFRS 17, c'est à dire le bilan, le compte de résultat et les annexes. L'audit des états financiers est important car c'est un élément majeur pour la communication avec les investisseurs et les clients qui aujourd'hui, sont de plus en plus demandeur de transparence. L'audit des états financiers consiste principalement à évaluer si ceux-ci sont conformes aux préconisations IFRS 17 et si les informations y sont complètes, justes et correctement présentées. Ce périmètre de l'audit est majoritairement géré par les auditeurs mais quelques éléments décrits dans cette partie concerne les actuaires.

3.3.1 Le P&L IFRS 17

Le P&L (*Profit and Liabilities*) mesure les performances financières d'une entreprise sur une période donnée. Il permet de résumer le résultat que génère l'entreprise en vendant ses produits et services.

Les modèles d'évaluation proposés par l'IASB dans l'IFRS 17 correspondent à un changement significatif de la représentation comptable et financière des contrats d'assurance par rapport à d'autres référentiels comme SII par exemple.

Le P&L sous IFRS 17 se décompose en deux résultats :

- **Résultat du service d'assurance** (revenue d'assurance + dépenses d'assurance) ;
- **Résultat financier**.

Le revenu d'assurance est lui composé :

- Des relâchements de CSM à chaque pas de temps ;
- Des relâchements de RA (liées aux retraits de l'année) ;
- Des relâchements des flux si ce ne sont pas des composantes d'investissement ;
- Des reprises des frais d'acquisition.

Les dépenses d'assurance inclues l'ensemble des frais payés et les mouvements issus de la composante de perte et sa reprise (LC). Pour plus d'information le lecteur peut se référer à la présentation du mémoire de Aizac (2021).

La construction du P&L s'effectue en passant par deux principes : le *rollforward* et l'AoM [1].
Le *rollforward* permet de faire vivre les éléments jusqu'à la fin de l'année. Ce principe se compose :

- d'un effet de désactualisation des flux futurs (*unwinding* de taux) qui correspond à un principe de capitalisation et représente l'effet du passage du temps sur les éléments du bilan ;
- des relâchements des flux de trésorerie attendus qui correspondent à l'encaissement/décaissement des primes et prestations attendus ;
- les écarts d'expériences techniques qui représentent les écarts entre les flux attendus et les flux réellement constatés.

[1] *Analysis of movement*

L'objectif de l'analyse de mouvement est de suivre l'évolution des différents agrégats du bilan IFRS entre l'ouverture et la clôture en détaillant les modifications d'hypothèses entre les deux. Elle est principalement constituée des changements d'hypothèses techniques et économiques qui représentent les ajustements à effectuer sur les hypothèse en fonction du réalisé. L'analyse de mouvement concerne le BEL, le RA et la CSM/LC pour la partie LRC et seulement le BEL et le RA pour la partie LIC. En effet, l'analyse de mouvement de la CSM/LC n'existent pas pour la partie LIC car ces notions se réfèrent uniquement aux périodes futures et le LIC aux périodes passées.

La partie LRC est également composée du concept *new business* qui sont les nouveaux contrats qui viennent modifier la rentabilité du portefeuille.

Lors de l'audit, l'idée est de pouvoir retracer tous les mouvements du bilan. Il faudra vérifier que ces mouvements ont une contrepartie (celle-ci peut être en bilan ou en P&L).

Dans le cas d'un contrat profitable en VFA, tout les impacts se retrouvent en CSM, les changements d'hypothèses de début et fin de période qui ont impacté le BE/RA impactent le total de la CSM.

En VFA, l'analyse de mouvement impact la CSM/LC ou le P&L de la façon représentée sur les figures 3.16 3.17 3.18. Lors de l'audit, il faudra vérifier que ces mouvements sont correctement comptabilisés.

	Impacts P&L		
LIC	Insurance revenu	Insurance service expense	Insurance finance expense
Ouverture			
New claims (current service)		X	
Rollforward			
Unwinding taux			X
Release expected CF		X	
ADM			
Technical assumptions changes		X	
Cloture (current + past service)			

FIGURE 3.16 : Impacts de l'AoM LIC sur le P&L

	Cas profitable				
	Impacts CSM		Impacts P&L		
LRC	CSM	LC	Insurance revenu	Insurance service expense	Insurance finance expense
Ouverture					
New business	X				
Rollforward					
Unwinding taux	X				
Release expected CF				X	
Technical experience variance	X				
ADM					
Technical assumptions changes	X				
Economic assumptions changes	X				
Cloture					
CSM before release					
CSM after release					

FIGURE 3.17 : Impacts de l'AoM LRC sur le P&L cas profitable

	Cas onéreux				
	Impacts CSM		Impacts P&L		
LRC	CSM	LC	Insurance revenu	Insurance service expense	Insurance finance expense
Ouverture					
Affaires nouvelles		X		X	
Rollforward					
Unwinding taux		X		X	
Release expected CF			X	X	
Technical experience variance				X	
ADM					
Technical assumptions changes		X		X	
Economic assumptions changes		X		X	
Cloture					
CSM before release					
CSM after release					

FIGURE 3.18 : Impacts de l'AoM LRC sur le P&L cas onéreux

Le P&L contient au minimum les éléments présents sur la figure 3.19.

Income statment
Insurance Service Result
Insurance Revenue
Allocation of CSM to P&L
Release of the RA
Expected CF
Insurance Expense
Incurred CF
Loss component & reversal of loss component
Investment Result
Investment income (IFRS 9)
Insurance Finance Expense
Net Income

FIGURE 3.19 : P&L IFRS 17 simplifié

Une option que l'on retrouve dans le modèle BBA mais aussi VFA est l'**OCI**. En VFA, les PVL[1] et MVL[2] sont généralement enregistrée en OCI (du moins une partie) pour stocker la volatilité du résultat possiblement induite par ceux-ci. Pour éviter un *mismatch* comptable, la même proportion de charges financières est généralement enregistrée en OCI côté passif. Par conséquent, dans le modèle VFA le résultat financier est théoriquement nul car les produits financiers (IFRS 9) sont compensés par les charges d'intérêts du passif (IFRS 17).

3.3.2 Les annexes

Les annexes apportent des informations complémentaires pour aider à la compréhension du compte de résultat et du bilan. L'IASB a complété les informations requises en annexes prévues dans IFRS 4 avec de nouvelles exigences :

- sur les montants comptabilisés dans les états financiers (ex : réconciliation de l'ouverture et de la clôture bloc par bloc) ;
- sur les jugements significatifs : informations plus détaillées sur les méthodes utilisées et estimations faites (ex : méthode utilisée pour le RA et niveau de confiance associé) ;
- sur la nature et l'ampleur des risques (ex : analyses des sensibilités).

Le plan de contrôles associé aux états financiers se retrouve dans le tableau 3.20.

[1] Plus values latentes
[2] Moins values latentes

Concept	Contrôles	Détails
Revue de la construction du bilan	Cohérence des postes du bilan	Vérifier que les valeurs au bilan sont celles en sortie des modélisations
Revue de la construction du P&L	Analyses de l'AoM	
	Analyses du *rollforward*	
	Cohérence des postes du P&L	Vérifier la composition du résultat d'assurance, des dépenses d'assurance, du résultat d'investissement et des dépenses financières d'assurance. Analyse de la validité et de l'exhaustivité des écritures comptables élaborées pour chaque variable actuarielle IFRS 17 ayant un impact comptable et contrôle du niveau de granularité auquel sont générées les écritures, prise en compte de la spécificité des écritures liées à chaque modèle d´évaluation, écritures comptables additionnelles ne provenant pas de l´outil IFRS 17
	Option OCI	Vérification des méthodes utilisées pour déterminer le montant comptabilisé dans le résultat et de vérifier que la proportion enregistrée en OCI est la même du côté actif et passif (revue des stock d'OCI à la date de transition, revue de l'initialisation des stocks OCI en VFA en fonction des éléments sous-jacents, revue des contrôles implémentés)
Revue de la construction des annexes	Exhaustivité	

FIGURE 3.20 : Plan de contrôles pour l'audit des états financiers

Comme il a été vu au chapitre 1 de ce mémoire, tester les contrôles mis en place par une entité ne constitue pas des preuves d'audit suffisantes. Les auditeurs, pour fiabiliser leur processus d'audit, doivent matérialiser leurs contrôles en effectuant eux-mêmes des contrôles et des procédures substantives. Notamment, une des procédures substantives robuste est de modéliser le passif du client et d'effectuer des recalculs avec les outils dont dispose l'auditeur. C'est ce qui est réalisé dans le chapitre 4 de ce mémoire sur un portefeuille épargne éligible au modèle VFA.

Chapitre 4

Application des méthodes d'audit sur un portefeuille épargne éligible au modèle *Variable Fee Approach*

L'audit de la norme IFRS 17 implique de nombreux contrôles à effectuer pour couvrir tous les risques comme il a été vu dans les chapitres précédents. Ce chapitre se dédie à appliquer différents contrôles et procédures substantives vus au chapitre 3 sur un portefeuille épargne éligible au modèle VFA.

4.1 Description du cadre de l'étude et des données

4.1.1 Cadre de l'étude

Le cadre de cette étude se limite à proposer une démarche d'audit avec comme seuls éléments à disposition : les *inputs* du client (hypothèses, *model points*), ses états financiers simplifiés (bilan d'ouverture et P&L) et les outils internes de KPMG (GSE, modèle ALM, maquettes miroirs). Ce cadre n'est pas décorrélé de la réalité. En effet, nombreuses sont les missions d'audit freinées par les difficultés d'accès aux outils des clients (protection des données, confidentialité...). Par conséquent, les auditeurs, pour s'adapter, ont généralement à leur disposition leurs propres outils pour recalculer les résultats et les comparer à ceux du client. Cela constitue, de plus, un contrôle d'audit robuste.

Les données du client fournies ne sont pas à un niveau de détail suffisant pour dérouler un processus d'audit complet. Seuls les données, hypothèses et résultats directs (BEL, CSM, RA) sont à disposition. L'objectif du chapitre n'est donc pas d'avoir une opinion sur la certification ou non des comptes de l'entité, mais de donner des exemples de contrôles et procédures applicables dans le cadre d'un audit et d'émettre des recommandations sur les éléments à disposition.

Le périmètre de l'audit est le suivant :

- Modéliser le passif d'ouverture au 31/12/2021 du client à partir de ses données et des outils internes de KPMG dans l'optique de pouvoir le comparer à ses résultats (notamment le BEL) ;
- Répliquer la courbe des taux, le RA et la CSM de transition du client à l'aide de maquettes miroirs dans l'optique de pouvoir les comparer à ses résultats ;
- Faire la revue des *inputs* modèle et des hypothèses de modélisation du client ;

- Appliquer des exemples de contrôles d'audit sur les outils internes de KPMG (ne disposant pas de ceux du client), notamment des tests de martingalité et de rendement et des contrôles de cohérence des hypothèses dans le modèle ALM ;
- Appliquer des exemples de contrôles sur les sorties du modèle ALM de KPMG (écart de convergence, études de chroniques, étude de scénarios stochastiques...) ne disposant pas des sorties de modèle du client ;
- Reconstituer le P&L à partir des modélisations effectuées pour le comparer à celui du client.

L'accès aux outils client n'a pas pu être autorisé dans le cadre de ce mémoire et par conséquent leur audit ne sera pas traité dans ce chapitre. Les sorties des outils client n'étant pas accessibles, des exemples de contrôles sur les outils KPMG seront étudiés dans la suite de ce chapitre.

Utiliser les outils de l'auditeur pour vérifier les calculs du client engendre d'effectuer des simplifications (utilisation d'un modèle ALM sans les spécificités client, maquettes miroirs différentes des maquettes client...). Au chapitre 5.2.2 de ce mémoire, sera vu la comparaison des états financiers modélisés avec ceux du client ainsi que des études de sensibilités sur la PVFCF IFRS 17 pour étudier l'impact des simplifications engendrées par l'utilisation des outils de KPMG.

Par souci de confidentialité, un portefeuille fictif a été créé sur la base des caractéristiques d'un assureur pour appliquer le processus d'audit présenté au chapitre 2.2.2. Les hypothèses le structurant sont énumérées ci-après. Au cours du chapitre seront énumérées les simplifications effectuées pour réaliser les procédures / contrôles et une synthèse de celles-ci sera effectuée en fin de chapitre.

4.1.2 Présentation des données clients

Des données client simplifiées et anonymisées ont été utilisées pour appliquer le cadre d'audit décrit ci-dessus. Dans un premier temps, les hypothèses simplificatrices sont les suivantes :

- Un unique portefeuille est considéré. Celui-ci est composé de 722 contrats épargne sur fonds euro éligibles au modèle VFA. Le portefeuille inclus un unique groupe de contrat (tous les contrats sont susceptibles de devenir déficitaires) sans cohorte (application du *carve out*). Tous les contrats sont des contrats à prime unique ou versements libres ;
- Le portefeuille est construit en *run-off* ce qui implique qu'aucune nouvelle souscription n'est réalisée ;
- Aucune participation aux bénéfices contractuelle n'est considérée ;
- Les taxes ne sont pas prises en compte.

Model points

Comme vu précédemment, la revue des *model points* est un point d'audit. Par conséquent, ceux-ci seront vus en détail dans la partie modélisation ci-après dans ce chapitre.

Les *model points* passifs fournis par l'entité contiennent les informations comme : l'ancienneté du contrat, l'âge de l'assuré, le nombre de contrats dans le *model point*, la date de fin du contrat, la PM correspondante au *model point*, le cumul des primes, les versements libres, le sexe, la catégorie d'âge de l'assuré et le TMG associé au *model point*.

Les données clés issues de ces *model points* passifs sont résumées dans le tableau 4.1.

Montant de PM	55 358 477 €
Montant de Primes	5 900 822 €
Intervalle TMG	[0 % ; 2%]

TABLE 4.1 : Données clés des *model points* passif du client

Les *model points* actifs contiennent les informations comme : la valeur comptable du titre, la valeur de marché, la date de maturité, le taux de coupon, le nominal, la notation, la prochaine date de coupon, la devise du titre. Le portefeuille d'actifs est constitué d'obligations gouvernementales, de sociétés, d'OPCVM[1], d'actions, d'immobilier et de *cash* dans les proportions en valeur de marché indiquées sur la figure 4.1.

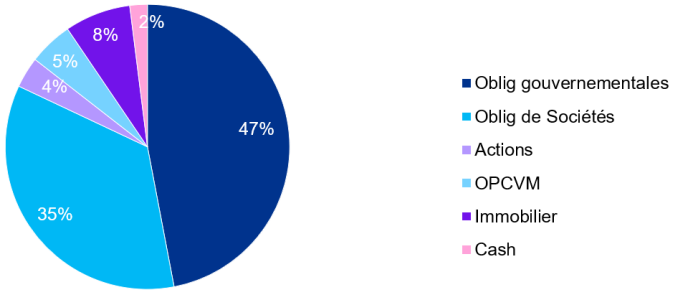


FIGURE 4.1 : Répartition des titres du portefeuille d'actifs client en proportion de la valeur de marché

Hypothèses de modélisation

Les principales hypothèses de modélisation sont décrites lors de leur intégration dans le modèle ALM de KPMG nommé DEvent plus bas dans ce chapitre.

Les frais considérés sont des frais en cas de décès, de rachats et des frais administratifs qui sont estimés par coût unitaire. Le montant de frais dépend du nombre de polices de l'année. Les coûts unitaires sont fixés respectivement pour les décès, les rachats et l'administratif à 90 € , 45 € et 20 € .

Les commissions sur réserve mathématique sont fixées à 0,35% de la provision mathématique.

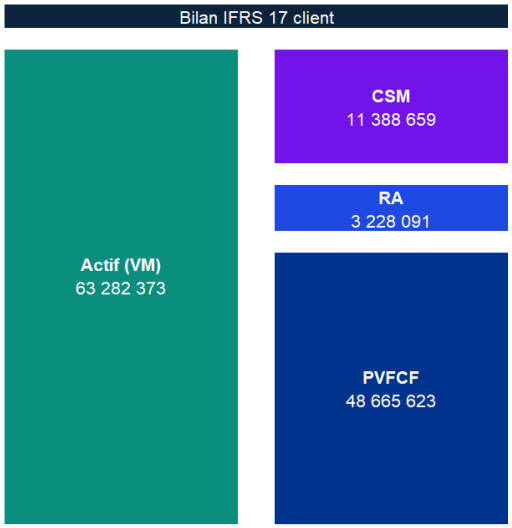
L'entité utilise des tables d'expérience pour modéliser sa mortalité. Celles-ci n'ont pas pu être transmises pour effectuer cette étude.

La courbe des taux IFRS 17 est modélisée grâce à une méthode *Bottom-Up* car plus simple d'application.

États financiers

Les états financiers simplifiés fournis par l'entité sont représentés sur la figure 4.2.

[1]Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières



(a) Bilan d'ouverture client (31/12/2021)

Income statment	
Insurance Service Result	1 853 633,9
Insurance Revenue	7 195 851,9
Allocation of CSM to P&L	638 709,2
Release of the RA	1 259 294,3
Expected CF	5 297 848,4
Insurance Expense	(5 342 218,0)
Incurred CF	(5 342 218,0)
Loss component & reversal of loss component	-
Investment Result	-
Investment income (IFRS 9)	883 820,4
Insurance Finance Expense	(883 820,4)
Net Income	**1 853 633,9**

(b) P&L client (31/12/2022)

FIGURE 4.2 : États financiers simplifiés du client

4.2 Modélisation du BEL

4.2.1 Générateur de scénarios économiques

Comme il a été vu au chapitre 2.2.1, l'utilisation d'un GSE est nécessaire pour calculer un BEL en épargne.

Tout d'abord, il est important de définir ce qu'est un GSE. D'après l'ACPR (2020) : *"Un GSE est un ensemble de modèles (taux, actions, spreads de crédit, inflation, etc.) permettant de simuler aléatoirement des scénarios d'évolution possible des marchés financiers, qui ont une incidence sur la valeur et les performances de l'actif de l'organisme d'assurance"*. L'article précise de plus *"Le GSE utilisé pour le calcul de la meilleure estimation s'appuie sur la probabilité dite "risque neutre"(...) Sous cette probabilité "risque neutre", tous les actifs rapportent en moyenne le taux sans risque et ne diffèrent que par leur volatilité : les primes de risque sont neutralisées"*.

Un GSE est alimenté de variables de marchés comme des prix d'actifs (*calls*, *puts*, *swaptions*...), des matrices de corrélations et des courbes de taux d'actualisation. En sortie, se retrouve les scénarios économiques mais aussi des indicateurs de défaut[1] par exemple. Le fonctionnement du GSE utilisé dans cette étude est schématisé sur la figure 4.3.

[1]Probabilité que l'émetteur d'une obligation fasse défaut

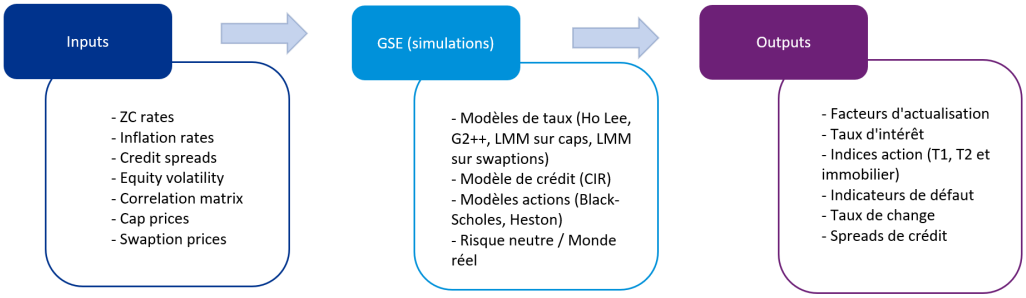


FIGURE 4.3 : Fonctionnement du GSE utilisé dans le mémoire

Comme le précise le schéma ci-dessus, la **courbe des taux** fait partie des *inputs* nécessaires au fonctionnement du GSE. Cette courbe sera présentée dans la partie suivante.

Les modèles implémentés dans le GSE utilisé pour *challenger* les résultats client couvrent les risques actions, taux d'intérêts, immobilier, inflation et crédit. Plusieurs modèles de taux existent comme le modèle Ho Lee, G2++ et plusieurs modèles action comme le modèle Heston ou Black & Scholes. Dans le cadre de cette modélisation, ceux utilisés sont : le modèle de taux **LMM+** (Annexe B) et le modèle action **Black & Scholes** (Annexe C) en cohérence avec les choix du client. Le modèle LMM+ est un modèle à plusieurs facteurs qui permet de répliquer la volatilité des dérivés des taux observés sur les marchés. Celui-ci permet la diffusion des taux "*forwards*" observables sur le marché plutôt que la diffusion des taux courts uniquement. Cependant, cette méthode nécessite un grand nombre de données de marché (IA, 2018). Le modèle Black & Scholes, lui, est très utilisé chez les assureurs bien que très simple d'utilisation. Le modèle de crédit implémenté dans ce GSE est le modèle CIR (Annexe D) et le modèle d'inflation utilisé est décrit dans l'annexe E.

La diffusion des facteurs de risques est effectuée sur un horizon de **60 ans** avec un pas de projection annuel. Pour un périmètre épargne, il est approprié de prendre un pas de projection annuel au vu de la revalorisation des engagements qui s'effectue annuellement également. Le nombre de scénarios doit allier précision, convergence et temps de calcul. La majorité des entités choisissent de modéliser **1000 scénarios** bien que coûteux en temps pour respecter la loi des grands nombres et assurer la convergence.

Ces différents paramètres ainsi que les modèles de taux et d'action coïncident avec les choix du client. Cependant, les modèles de crédit et inflation implémentés dans le GSE utilisé pour cette étude ne sont pas les mêmes que ceux du client. Les entrées du GSE présentées sur le schéma ci-dessus ne coïncident également pas avec les données clients car l'accès à son GSE et ses entrées n'était pas possible.

Dans cette étude 1001 scénarios sont générés. Parmi eux, les 1000 premiers correspondent à des scénarios stochastiques et le scénario 1001 est déterministe. En effet, généralement les GSE sont implémentés en fonction de deux approches : **déterministe** et **stochastique**. Le groupe KPMG définit la différence entre ces approches (ISG IFRS 17 KPMG, 2022a). L'approche déterministe peut être utilisée pour fournir une estimation de la moyenne de la distribution des flux de trésorerie pour ceux dont la distribution est raisonnablement symétrique. Cette approche ne prend pas en compte d'aléa et donnera toujours les mêmes résultats pour de mêmes entrées. Les projections stochastiques sont plus susceptibles d'être nécessaires pour projeter les flux de trésorerie qui suivent une distribution asymétrique, et pour les flux de trésorerie dépendant des taux d'intérêt. Ces projections sont basées sur de l'aléa intégré au modèle.

La norme IFRS 17 fait référence à l'utilisation, sans l'exiger, de la modélisation stochastique lorsque :

- il existe des interdépendances importantes entre les flux de trésorerie qui varient en fonction du rendement des actifs et d'autres flux de trésorerie (§B48) ;
- si les flux de trésorerie reflètent une série d'options interdépendantes (§B39).

C'est notamment le cas des groupes de contrats éligibles au modèle VFA.

Réplication de la courbe des taux IFRS 17

La courbe des taux se retrouve en entrée du GSE. Comme il a été vu au chapitre 3.2.1, une procédure substantive pouvant être réalisée dans le cadre d'un audit est un recalcul de celle-ci via une maquette miroir.

Dans cette étude, une seule et unique courbe est construite sur la base du portefeuille présentée précédemment via la méthode ***Bottom-Up***. La maquette des courbes des taux de KPMG est utilisée pour simuler cette courbe à partir des données du client et comparer la courbe obtenue à celle du client.

Courbe des taux sans risque : La méthode utilisée par le client pour la courbe des taux sans risque de base est de prendre la **courbe EIOPA** au 31/12/2021 avec les paramètres UFR = 3,60% et LLP = 20 ans (source de la courbe : EIOPA (2021)).

L'EIOPA publie par zone européenne les courbes de taux sans risques par devise tous les mois. Ces taux sont construits à partir des taux swap de marché (par ex : taux Euribor) auxquels est retraité un ajustement pour le risque de crédit résiduel (CRA[1]). Un autre retraitement réalisé est l'ajustement pour volatilité (VA[2]) appliqué sur la partie liquide de la courbe pour réduire l'impact court terme de la volatilité de marché sur les engagements. La courbe EIOPA est largement utilisée par les assureurs pour des questions pratiques. Cependant, le portefeuille sélectionné par l'EIOPA peut ne pas être représentatif du portefeuille de l'entité. Il est préférable que l'entité construise sa propre courbe des taux sans risque.

Si la courbe EIOPA n'est pas utilisée, il faut vérifier la fréquence de mise à jour, la source pour la récupération des taux swaps, la méthode de l'ajustement pour risque de crédit et la méthode d'extrapolation. Plusieurs méthodes existent pour ce dernier point (Splices cubiques, Smith & Wilson, Nelson & Siegel). La méthodologie retenue par l'EIOPA est la méthode **Smith & Wilson**.

Estimation de la courbe de liquidité : Pour déterminer sa prime de liquidité, le client utilise une méthode de **décomposition des flux obligataires améliorée** (pour plus de détails sur cette méthode le lecteur peut se référer au mémoire Bru (2022)). Le portefeuille d'actifs de l'entité est considéré comme présentant les mêmes caractéristiques de liquidité que ses contrats d'assurance. Cette hypothèse peut être prise lorsque la gestion actif passif de l'entité est un processus permanent et bien effectué pour obtenir une parfaite adéquation entre les actifs détenus et le passif d'assurance en terme de liquidité.

[1] *Credit Risk Adjustment* : Ajustement de la courbe pour retrancher la part de risque induite par les instruments financiers considérés

[2] *Volatility Adjustment*

L'objectif de cette méthode est d'estimer la prime de liquidité pour les actifs obligataires en considérant le risque de crédit attendu (ECL[1]) et inattendu (UCL[2]). La prime de liquidité obligataire est obtenue grâce à la formule 4.1.

$$\text{VM + CC} = \sum_i \frac{\text{Flux - ECL - UCL}}{(1 + TSR_i + PI)^i}, \tag{4.1}$$

$$avec = \begin{cases} VM = \text{Valeur de marché;} \\ CC = \text{Coupon couru;} \\ Flux = \text{Flux obligataires;} \\ ECL = \text{Risque de crédit attendu;} \\ UCL = \text{Risque de crédit inattendu;} \\ TSR_i = \text{Taux sans risque de l'année i;} \\ PI = \text{Prime de liquidité.} \end{cases}$$

Les paramètres de calcul du risque de crédit attendu et du risque de crédit inattendu n'ont pas été fournis par l'entité. Des simplifications pour répliquer la courbe ont dû être effectuées.

Le risque de crédit attendu dépend de trois paramètres : les flux obligataires, la probabilité de défaut de l'émetteur et le LGD[3]. Les probabilités de défaut sont fournies par l'agence de notation **Standard & Poor's** (S&P Global (2019a) et S&P Global (2019b)). Concernant les LGDs, un coefficient différent est appliqué en fonction du type d'obligation. Pour les obligations souveraines, une moyenne des coefficients issus de l'étude de Standard & Poor's (S&P Global, 2020) est prise (24%). Pour les autres types (*Corporate*, *Covered* et Autres), les valeurs fournies par l'EIOPA sont choisies à respectivement 70%, 5% et 70%.

Le risque de crédit inattendu dépend lui, d'un coefficient d'intensité représentant l'écart type des pertes attendues. Les travaux de sensibilités sur ce paramètre effectués dans le mémoire Bru (2022) permettent cependant de fixer par simplification ce coefficient d'intensité à 1.

La prime de liquidité finale est ensuite obtenue par un principe de pondération pour refléter la prime de liquidité des autres actifs comme l'indique la formule 4.2.

$$PI_{portefeuille} = \frac{\text{coeff}_{oblig} \times PI_{oblig} + \text{coeff}_{\text{autres actifs}} \times PI_{\text{autres actifs}}}{\text{coeff}_{oblig} + \text{coeff}_{\text{autres actifs}}} \times Adj_{duration} \times Adj^{liq}_{\text{passifs}}, \tag{4.2}$$

$$avec = \begin{cases} \text{coeff}_{oblig} = \text{Coefficient de pondération des obligations dans le portefeuille d'actifs;} \\ \text{coeff}_{\text{autres actifs}} = \text{Coefficient de pondération des autres actifs dans le portefeuille;} \\ PI_{oblig} = \text{Prime de liquidité associée aux obligations;} \\ PI_{\text{autres actifs}} = \text{Prime de liquidité des autres actifs du portefeuille;} \\ Adj_{duration} = \text{Coefficient d'ajustement de duration des passifs;} \\ Adj^{liq}_{\text{passifs}} = \text{Coefficient d'ajustement de liquidité des passifs.} \end{cases}$$

[1] *Expected Credit Loss*
[2] *Unexpected Credit Loss*
[3] Loss Given Default : pourcentage de perte pour l'assuré en cas de défaut avéré de l'émetteur

Au vu de la répartition des actifs dans le portefeuille, le coefficient de pondération d'obligations est fixé à 82% et celui des autres actifs à 18%. La prime de liquidité des autres actifs fournie par l'entité est de 0,14% ce qui est cohérent avec les valeurs du marché. Le coefficient d'ajustement de liquidité des passifs s'obtient grâce à une moyenne pondérée des sous-groupes de passifs aux caractéristiques de liquidité similaires. L'EIOPA définie trois sous-groupes dans son rapport sur le QIS5[1] (EIOPA, 2011). Le portefeuille de cette étude étant constitué uniquement de produit épargne sur fond euro, d'après l'étude de l'EIOPA, le coefficient d'ajustement de liquidité des passifs est fixé à 75%. Le coefficient d'ajustement de duration des passifs est de 50% par défaut.

La prime de liquidité du portefeuille global vaut, avec cette méthode, **0,6%**. Les résultats de la modélisation se trouvent sur le graphique 4.4.

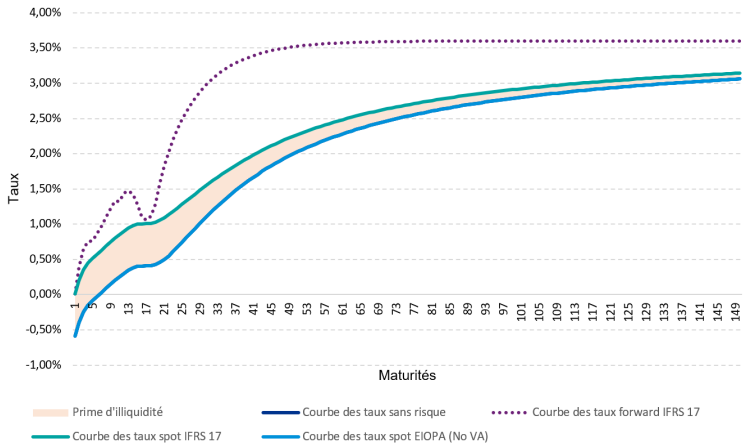


FIGURE 4.4 : Courbe des taux répliquée

Les avantages de cette méthode sont multiples (cohérence avec les actifs détenus du portefeuille, prise en compte de l'UCL, mise en oeuvre simple...) cependant le choix des paramètres (LCD, coefficient d'intensité...) nécessitent le jugement d'experts et peut donc facilement être remis en question. Les entités devront justifier leurs choix et démontrer leur pertinence (par des études de sensibilités des paramètres par exemple).

La prime de liquidité globale obtenue semble cohérente avec les valeurs du marché qui s'étendent de **0,4%** à **0,8%** environ.

Les simplifications effectuées pour obtenir cette courbe des taux (probabilité de défaut, LGDs, coefficient d'intensité, duration du passif fixé à 50%) seront étudiées au chapitre 5.3 de ce mémoire en effectuant des sensibilités sur la prime de liquidité et en comparant la courbe obtenue à celle du client.

Contrôle des sorties du GSE

Une fois les *inputs* et les modèles du GSE choisis, les résultats (scénarios) doivent être analysés. Ne disposant pas des sorties du GSE du client, un exemple de contrôle est effectué sur les sorties du GSE de KPMG décrit précédemment. Au niveau des procédures substantives, dans cette étude, seront réalisés différents tests pour valider les scénarios simulés par l'outil GSE. Notamment seront réalisés : un test de martingalité, un test de rendement sur les indices actions simulés et un test déjà implémenté dans le GSE sera aussi revu.

[1] *Fifth Quantitative Impact Study*

Test de martingalité : Les tests de martingalité sont des tests statistiques permettant de vérifier la cohérence mathématique des trajectoires simulées. Ils permettent notamment de vérifier que les scénarios possèdent les caractéristiques de **modélisation risque neutre** c'est-à-dire, comme il a été vu, que tous les actifs rapportent en moyenne le taux sans risque. Ces tests permettent aussi de valider la bonne **convergence des scénarios**.

La réalisation de ce test s'effectue sur les indices actions simulés par le GSE.

L'hypothèse testée est la suivante : l'espérance de prix de l'actif actualisé est égale à son prix d'origine ce qui correspond à l'hypothèse 4.3.

$$\mathbb{E}[\mathrm{S(t)} \times \mathrm{d(t)}] = \mathrm{S(0)}, \tag{4.3}$$

$$avec = \begin{cases} \mathrm{t} : \text{la maturité;} \\ \mathrm{S(t)} : \text{la valeur de l'actif en t;} \\ \mathrm{d(t)} : \text{le déflateur en t.} \end{cases}$$

La statistique de test associée correspond à la formule 4.4.

$$Z(\mathrm{t}) = \frac{1}{\mathrm{N}} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{S(i,t)} \times \mathrm{d(i,t)}, \tag{4.4}$$

$$avec = \begin{cases} \mathrm{N} : \text{le nombre de scénarios;} \\ \mathrm{S(i,t)} : \text{la valeur de l'actif en t pour le scénario i;} \\ \mathrm{d(i,t)} : \text{le déflateur en t pour le scénario i.} \end{cases}$$

L'intervalle de confiance associé au niveau 1-α est la formule 4.5.

$$\mathrm{IC(t)} = \mathrm{S(0)} \pm \frac{1}{\sqrt{\mathrm{N}}} \times \widehat{\sigma(\mathrm{t})} \times \mathrm{F}^{-1}_{\mathcal{N}(0,1)}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right), \tag{4.5}$$

$$avec = \begin{cases} \widehat{\sigma(t)} = \text{Ecart type}\left[\frac{1}{2}(S(2\times i-1,t)\times d(2\times i-1,t) + S(2\times i,t)\times d(2\times i,t))_{i\in[1,N]}\right]; \\ \mathrm{F}^{-1}_{\mathcal{N}(0,1)}\left(1-\frac{\alpha}{2}\right) = \text{Quantile de la loi normale au niveau } \left(1-\frac{\alpha}{2}\right). \end{cases}$$

Ce test est réalisé au niveau de confiance 95% soit avec $\alpha = 5\%$. Le quantile de la loi normale associé est donc de 1,96. À l'aide des formules ci-dessus, le graphique obtenu est la figure 4.5.

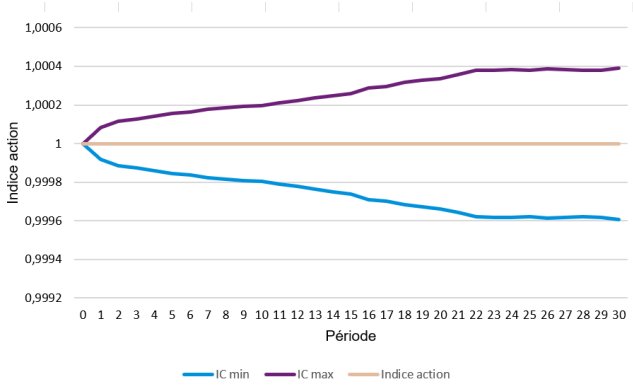


FIGURE 4.5 : Test de martingalité sur les indices action

Le test martingale en beige représente la moyenne des indices actions actualisés. Celui-ci est complètement confondu à la statistique cible (S(0)=1). En conclusion les indices actions simulés sont martingales.

Test de rendement : Lors d'une modélisation en "**risque neutre**", tous les actifs doivent avoir la même espérance de rendement. Le test de rendement a pour but de vérifier que les scénarios sont en cohérence avec cette approche.

L'hypothèse de ce test est que l'espérance du log-rendement de l'actif est nulle, celle-ci se traduit par la formule (4.6).

$$\mathbb{E}\left[\ln\left(\frac{\mathrm{d(t)}\times\ \mathrm{S(t)}}{\mathrm{d(t-1)}\times\ \mathrm{S(t-1)}}\right)\right]+\frac{\sigma(\mathrm{t})^2}{2}=0, \tag{4.6}$$

$$avec = \begin{cases} \mathrm{t} : \text{la maturité;} \\ \mathrm{S(t)} : \text{la valeur de l'actif en t;} \\ \mathrm{d(t)} : \text{le déflateur en t;} \\ \sigma(t) : \text{la volatilité de l'actif en t.} \end{cases}$$

La statistique de test associée est la formule 4.7.

$$Z(\mathrm{t})=\frac{1}{\mathrm{N}}\times\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{N}}\ln\left(\frac{\mathrm{d(i,t)}}{\mathrm{d(i,t-1)}}\times\frac{\mathrm{s(i,t)}}{\mathrm{S(i,t-1)}}\right)+\frac{\widehat{\sigma(\mathrm{t})^2}}{2}, \tag{4.7}$$

avec

$$\widehat{\sigma(t)}=\text{Ecart type}\left[ln(\frac{d(i,t)}{d(i,t-1)}\times\frac{S(i,t)}{S(i,t-1)}_{i\in[1,N]})\right].$$

L'intervalle de confiance associé correspond à la formule 4.8.

$$\mathrm{IC(t)}=\pm\frac{1}{\sqrt{\mathrm{N}}}\times\widehat{\sigma(\mathrm{t})}\times\ \mathrm{F}^{-1}_{\mathcal{N}(0,1)}\left(1-\frac{\alpha}{2}\right). \tag{4.8}$$

Avec les mêmes niveaux de confiance que le test de martingalité, les résultats du test de rendement se retrouvent sur la figure 4.6.

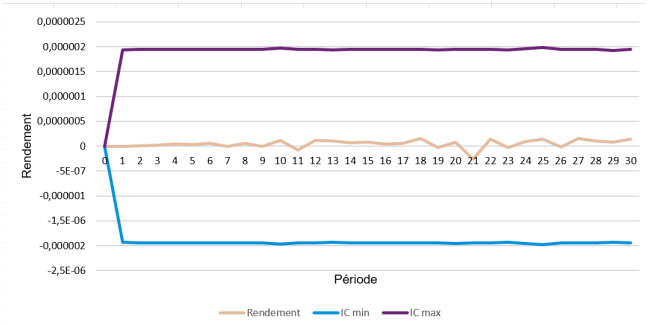


FIGURE 4.6 : Test de rendement sur les indices action

Le rendement moyen des actions est très proche de 0. Le test permet d'affirmer au niveau de confiance 95% que l'espérance de rendement est la même pour tous les actifs.

Tests du GSE : Un des test implémenté dans le GSE est la comparaison entre les valeurs des prix de marché des zéro-coupons et de ceux modélisés par le modèle LMM+.
Les résultats se retrouvent sur la figure 4.7.

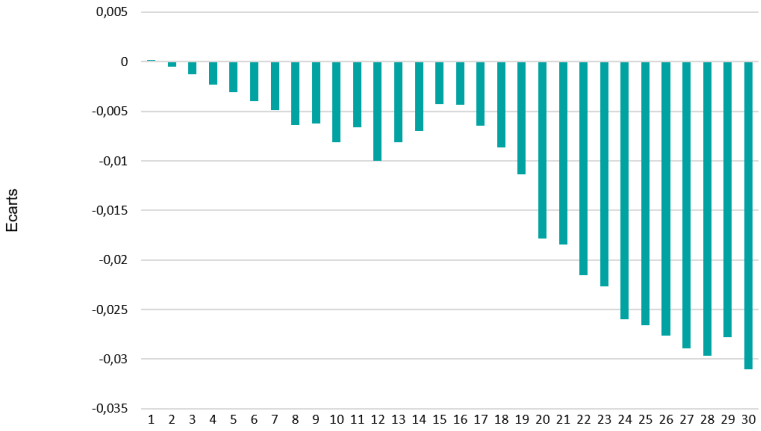


FIGURE 4.7 : Test de comparaison des prix de marché et du modèle LMM+

Le seuil de tolérance du test au delà duquel il n'est pas validé est de -5%. L'écart le plus important est d'environ -3% sur la maturité la plus élevée. Plus les maturités augmentent plus le modèle s'éloigne des prix de marché sans pour autant dépasser le seuil de tolérance.

Les tests de validation du GSE permettent d'affirmer au niveau de confiance 95% que les scénarios sont correctement simulés.

4.2.2 Modélisation ALM

Modèle ALM de KPMG (DEvent)

Les relations entre actifs et passifs sont difficilement évaluables. Le recours à un modèle ALM permet la projection des flux de trésorerie d'une entité pour faciliter les prévisions de ceux-ci. Un modèle ALM est alimenté de *model points*, d'hypothèses et de scénarios économiques (sorties du GSE).

DEvent est un outil de modélisation permettant de réaliser rapidement des **modèles prospectifs**. Il permet de projeter pour chaque scénario obtenu en sortie du GSE les flux de trésorerie et les déflateurs[1] année par année pour permettre le calcul des éléments du bilan (tels que le BEL). Il est alimenté par les données du portefeuille soit les scénarios économiques, les *model points* et les hypothèses du client. Ces éléments seront présentés ainsi que les fonctionnalités du modèle dans la suite. La structure du logiciel est orienté "métier", c'est à dire que l'organigramme d'une compagnie est représenté fidèlement dans le logiciel (cf. figure 4.8).

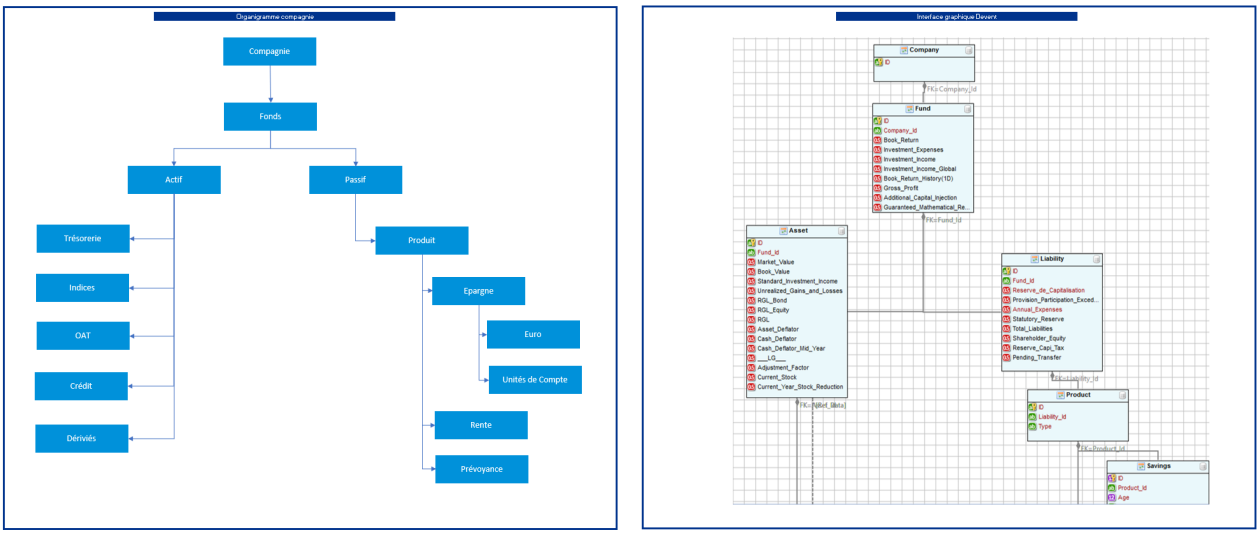


FIGURE 4.8 : Structure du logiciel ALM DEvent

DEvent fonctionne à l'aide de "*Data*", "*d'Event*" et de services. Les données (*model points* fournis en entrée du modèle) sont projetées dans le temps à partir d'évènements. Les évènements sont eux, basés sur les hypothèses et scénarios économiques et permettent d'une part, de déclencher des droits contractuels (comme la participation aux bénéfices) et d'autre part de calculer les flux de trésorerie, les valeurs de marché... . Pour finir, les services permettent d'attacher des variables externes à ces évènements économiques, ceux-ci se trouvent également dans les hypothèses et peuvent être des tables de mortalité par exemple. Une projection est définie comme une séquence d'évènements répétée en boucle comme le montre la figure 4.9.

[1] Le déflateur est une fonction d'actualisation stochastique qui intègre une composante temps ($\frac{1}{(1+taux)^{\text{période}}}$)

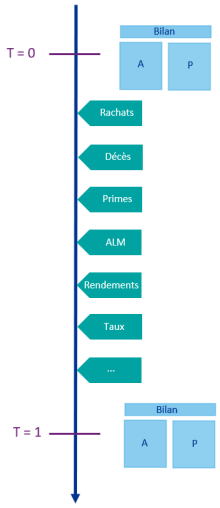


FIGURE 4.9 : Schéma de la réalisation d'une projection sous DEvent

Revue des *Model points* et intégration dans DEvent

Les actuaires peuvent réaliser des études sur les données, d'une part pour prendre connaissance de celles-ci mais aussi pour vérifier leur cohérence et leur qualité.

Une première étape d'étude de la qualité des données fournies par le client a été effectuée. Cette étape consiste en la vérification d'absence de données aberrantes (pas d'erreur d'unité par exemple) dans les *model points*. Les données fournies par le client sont extraites au 31/12/2021.

Dans la note explicative de ces données, le client indique que l'âge des assurés dans les *model points* passifs est plafonné à 105 ans. En vérifiant cette information dans les données reçues, il a été remarqué que 6 *model points* possédaient des âges supérieurs à 105 ans en contradiction avec la note du client. Après discussion, celui-ci a expliqué que cette erreur opérationnelle est dû au fait qu'il n'avait pas instauré de contrôle sur cette variable dans ses *model points* avant de lancer les modélisations. Avant de passer à l'étape de modélisation DEvent, tous les *model points* ont été plafonnés à 105 ans pour être en cohérence avec les informations fournies. Cependant, laisser ces lignes avec des âges supérieurs peut avoir un impact sur les résultats (BEL, CSM). Cet élément sera étudié dans le chapitre 5.3.

Une fois cette étape réalisée, la deuxième étape consistait à adapter les données client au format du modèle ALM DEvent. Par exemple, dans DEvent, les frais sont exprimés en pourcentage de la provision mathématique et non pas en coût unitaire comme l'effectue le client. Il a fallu demander au client une information supplémentaire qui était l'estimation de ses frais en pourcentage de la provision mathématique sur toute la durée de projection. Celui-ci les a estimés constants sur toute la durée de projection à 0,5% pour les frais de rachats, 0,6 % pour les frais de décès et 0,2 % pour les frais administratifs.

De plus, il a fallu transformer les variables "âge de l'assuré", "ancienneté du contrat" pour s'aligner sur les *inputs* DEvent "année de naissance" et "année de souscription". Cette étape n'a cependant engendrée aucune perte de données.

La revue des *model points* s'effectue dans la suite de cette section.

***Model points* actifs :** Le portefeuille d'actifs du client présenté en début de ce chapitre est constitué d'obligations gouvernementales, de sociétés, d'OPCVM, d'actions, d'immobilier et de *cash*. Le modèle ALM DEvent permet lui, de modéliser les obligations risquées, les obligations sans risque, les actions, l'immobilier et le *cash*. Il ne permet cependant pas de modéliser les OPCVM. Comme simplification, les OPCVM sont modélisées comme évoluant selon l'indice immobilier de DEvent et les obligations gouvernementales sont considérées comme des obligations sans risque et les obligations de sociétés comme des obligations risquées. La proportion des actifs pour la modélisation en pourcentage de la valeur de marché est représentée sur la figure 4.10.

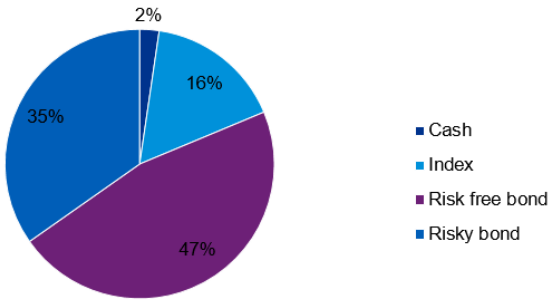


FIGURE 4.10 : Répartition des types d'actifs en fonction de leur notation et valeur de marché pour les modélisations

L'instrument financier prépondérant est les **obligations**. Ceci est cohérent car les obligations représentent le placement principal des assureurs. Étant moins volatiles, elles sont donc moins risquées que les actions. En général, le placement des assureurs se répartit environ entre 75% d'obligations, 15% d'actions et 10% d'autres placements (SCHEID, 2015). Le portefeuille d'actifs étudié est cohérent avec ces proportions.

Les maturités des obligations s'étendent de 2020 à 2040. Les obligations sont essentiellement des obligations d'État de notation AA[1]. Plus la notation est élevée moins l'assureur s'expose à un risque de défaut. Le fait que l'assureur possède des obligations de notation plus basse permet de diversifier son portefeuille et atteindre des rendements plus importants malgré le risque de ces obligations. Le graphique 4.11 représente la répartition en fonction de la valeur de marché des différentes notations.

La base de *model points* actifs est **transparisée**, des informations comme la notation, la maturité, la valeur de marché, la valeur faciale, l'émetteur des instruments sont présentes.

[1]Les agences de notation attribuent des notes à une entreprise ou un pays allant de AAA si l'agence est pratiquement certaine que l'emetteur respectera ses obligations de paiement jusqu'à CCC dans le cas contraire.

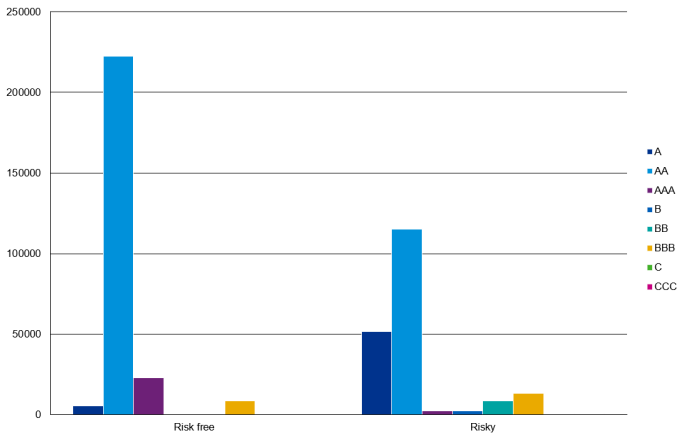
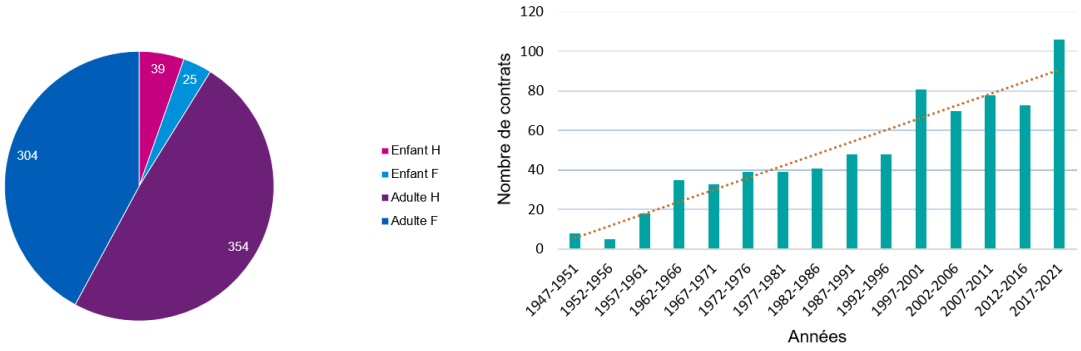


FIGURE 4.11 : Répartition des obligations en fonction de leur notation et valeur de marché

***Model points* passifs :** Le portefeuille est constitué à 54% d'hommes et 46% de femmes nés entre 1938 et 2020. La moyenne d'âge du portefeuille est de 50 ans.

Les contrats ont été émis entre 1947 et 2021. Les graphiques 4.12 présentent la répartition des contrats par sexe et le nombre de contrats émis par groupe d'années.



(a) Nombre de contrats par sexe (b) Répartition de l'émission des contrats

FIGURE 4.12 : Répartition du nombre de contrat et de leur année d'émission

Une tendance croissante du nombre de contrats émis par année se dégage du graphique 4.12 b. Ceci est cohérent car les produits d'assurance vie ont longtemps posés problème du fait de leur objet (la mort d'un être humain peut donner lieu à une compensation financière) et de leurs méthodes (utilisation des probabilités, intérêts financiers...). Aujourd'hui, l'assurance vie est attractive pour sa dimension de protection sociale et ses avantages fiscaux notamment (SCHEID, 2015).

La base de *model points* passifs contient de nombreuses informations relatives au groupe de contrats (sexe, âge, date d'émission...) et des informations contractuelles (type de produit, taux minimum garanti, réserve mathématique, participation aux bénéfices...). Le *model point* est construit en prenant en compte les nouvelles variables imposées par IFRS 17 notamment le nombre de contrats par groupe dans le portefeuille. Cependant, des changements peuvent être apportés sur les MPs afin de respecter certaines spécificités en lien avec l'environnement de calcul IFRS 17 (marge sur les versements libres, granularité et cohorte annuelle).

Taux technique Le taux technique (ou TMG) est le rendement financier minimum sur lequel s'engage un assureur pour un contrat d'assurance. Celui-ci est réglementé par le Code des assurances (2017) et notamment l'article A132-1 du code qui précise que le taux est au maximum :

- 3,5 % par an ou 60 % du taux moyen des emprunts d'États (TME) pour les contrats d'une durée supérieure à 8 ans ;
- 3,5 % par an ou 75% du TME pour les contrats d'une durée inférieure à 8 ans.

Dans les *model points* passifs de cette étude, le taux moyen est de 0,64%. Les contrats les plus anciens bénéficient d'un taux de 1% voire 2% et les contrats les plus récents d'un taux de 0%. Cela est cohérent car depuis les années 2000 environ, les taux sont en baisse pour atteindre en 2021 (à la date des données de cette étude) un environnement de taux exceptionnellement bas. Cela a pour conséquence chez les assureurs de ne pas pouvoir proposer des taux attractifs et supérieurs à 0%.

La revue des *model points* a permis de vérifier qu'aucune donnée manquante ou aberrante n'était présente et permet donc de confirmer la qualité des données utilisées lors de la modélisation.

Agrégation Les *models points* actifs peuvent être agrégés par sous-classe d'actifs, devise, date d'échéance et les *models points* passifs par classe d'âge, année de souscription... . Dans cette étude, le client a simplifié ses données pour limiter le temps de calcul en agrégeant les *model points* passifs. Ceux-ci sont agrégés par année de souscription et année de naissance.

Dans l'optique de vérifier que cette agrégation ne déforme pas les résultats, la base ligne à ligne des contrats a été demandée au client. En effectuant une étude d'impact sur la valeur du BEL (cf. chapitre 5.3) il est possible de remarquer que l'agrégation par année de souscription x année de naissance pour les passifs n'est pas significative sur le résultat du BEL. La base ligne à ligne, qu'il a été possible de récupérer pour ce mémoire, a permis de vérifier que l'agrégation choisie n'avait pas d'impact sur les proportion des *model points* passifs notamment la somme des réserves mathématiques.

Revue des hypothèses non économiques et intégration dans DEvent

Les actuaires peuvent réaliser des études sur les hypothèses, d'une part pour prendre connaissance de celles-ci mais aussi pour vérifier leur cohérence et leur qualité. Ils peuvent aussi vérifier la cohérence entre les hypothèses en *input* et *output* du modèle ALM sur la première année de projection du scénario déterministe. C'est ce qui est réalisé dans la suite sur les hypothèses non économiques du client implémentées dans DEvent. Les hypothèses fournies par le client sont extraites au 31/12/2021.

Participation aux bénéfices La participation aux bénéfices est un mécanisme de redistribution des bénéfices de l'assureur aux assurés. Il faut distinguer la participation aux bénéfices **contractuelle** de celle **réglementaire**.

Le principe de la participation aux bénéfices réglementaire est que la rémunération globale de la compagnie est au plus égale à 10% du résultat technique (i.e. le résultat lié à la mortalité et à la gestion) et 15% du résultat financier. Tous les contrats d'assurance vie sont concernés à l'exception des contrats en unités de compte.

La formule de détermination de la participation aux bénéfices réglementaire est la formule 4.9 (Scheid, 2015).

$$PB_{reg} = \text{Participation au résultat} - \text{Intérêts techniques}, \tag{4.9}$$

$$avec = \begin{cases} \text{Participation au résultat} = 85\% \times \text{Bénéfices financiers (ou 0\% de la perte financière)} \\ \qquad\qquad + 90\% \times \text{Bénéfices techniques (ou 100\% de la perte technique)}; \\ \text{Intérêts techniques} = \text{les rendements engendrés par le taux technique.} \end{cases}$$

La participation aux bénéfices contractuelle est définie au niveau du contrat par une analyse précise des clauses contractuelles. Elle est généralement supérieure à la participation réglementaire. Aucune participation aux bénéfices contractuelle n'est intégrée aux contrats du portefeuille de cette étude.

Les seules provisions modélisées dans cette étude sont la réserve de capitalisation et la provision pour participation aux bénéfices.

Loi de versements libres La loi de VL construite par le client et utilisée dans DEvent est répertoriée sur la figure 4.13.

Pour construire cette loi, l'entité a choisi d'utiliser les données historiques de son portefeuille. La loi a donc été calibrée grâce aux versements libres des produits épargne étudiés. La loi est décroissante en fonction de l'ancienneté. Plus le contrat devient ancien, moins les versements libres se font réguliers et tendent vers zéro pour atteindre le stade du sinistre ou du rachat de contrat.

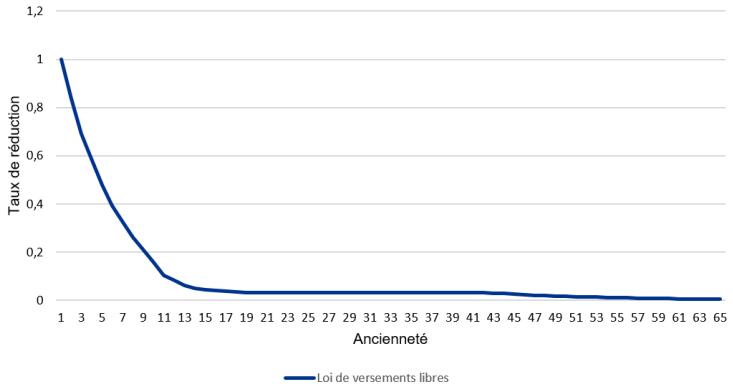


Figure 4.13 : Tendance de la loi de versements libres

Frais attribuables Les frais présentés au début de ce chapitre (4.1.2) sont enregistrés au global c'est à dire qu'ils contiennent une partie attribuable au contrat et une non attribuable (ex : frais liés à la banque, au gestionnaire de contrat...). Pour séparer les frais attribuables, la méthode des données historiques présentée au chapitre précédent est utilisée. Le pourcentage de frais attribuables a été déterminé par une étude effectuée par le centre de gestion de l'entité. Celui-ci vaut **60%** et sera appliqué sur tous les produits du portefeuille. Cette hypothèse est en ligne avec les pratiques du marché. Ce taux est néanmoins soumis à l'audit comme décrit dans le chapitre précédent.

Dans le modèle DEvent, ce taux va être appliqué pour tous les produits. Les frais du portefeuille passent donc à 0,3%, 0,36% et 0,12% pour les frais en cas de rachats, décès et administratifs. Pour les commissions sur réserve mathématique, celles-ci passent à 0,021%.

Rachats Le rachat correspond au fait que l'assuré peut récupérer son épargne avant la date de fin du contrat. Il existe plusieurs types de rachats : les rachats **partiels** (une partie seulement de l'épargne est récupérée par l'assuré et le reste continue d'être capitalisé) et les rachats **totaux** (l'épargne entière est rachetée ce qui met un terme au contrat). Ce portefeuille dispose seulement de lois de rachats totaux.

Les rachats, comme les versements libres, peuvent aussi se décomposer entre rachats **structurels** et **dynamiques**. Les rachats structurels sont les rachats modélisés via le comportement moyen et historique des assurés du portefeuille. Ils se mesurent grâce à des variables comme l'âge de l'assuré, son sexe, l'ancienneté de son contrat, le caractère patrimonial ou grâce à des tables d'expérience. Les rachats dynamiques sont eux, plus difficiles à modéliser car ils dépendent de l'environnement économique.

La courbe de taux de rachats structurels construite par le client et utilisée dans DEvent résulte d'une étude effectuée par les actuaires de l'entité visant à modéliser les rachats structurels du portefeuille. La loi est schématisée sur la figure 4.14.

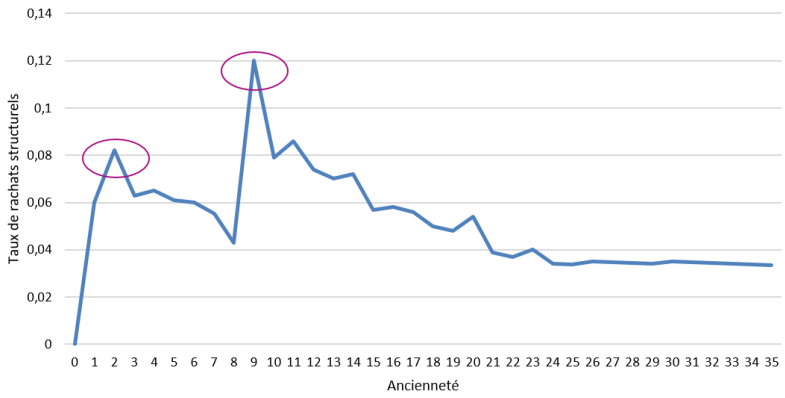


FIGURE 4.14 : Courbes des taux de rachats structurels du portefeuille

Sur ce graphique deux pics sont notables. Un premier pic après un an d'ancienneté du contrat à environ 8%. Ce comportement peut s'expliquer par le fait que, généralement, des jeunes assurés investissent sur un contrat d'assurance vie mais assez rapidement changent d'avis pour plusieurs raisons possibles (tentation commerciale puis désistement après les premiers prélèvements, manque de recul et culture financière, désistement avec l'observation de rendement faible, acquisition de résidence, mariage...). Le deuxième pic peut lui s'expliquer par la fiscalité avantageuse qu'offrent les produits d'assurance vie. En effet, les contrats ouverts depuis plus de huit ans bénéficient d'une fiscalité sur le revenu plus avantageuse. Le tableau 4.2 résume les taux d'imposition en fonction de l'ancienneté des contrats (LINXEA, s. d.).

Ce principe explique le fort taux de rachat à partir de 8 ans d'ancienneté sur la figure précédente et le plus faible taux les cinq années d'avant car les assurés attendent au moins le stade des 8 ans. Un coefficient correctif devrait être appliqué par les entités (à revoir chaque année en fonction des données historiques) sur leurs courbes de rachats pour prendre en compte ce phénomène lié à la fiscalité.

	Versements avant le 27/09/2017	Versements depuis le 27/09/2017
Retrait moins de 4 ans	52,2%	30%
Retrait entre 4 et 8 ans	32,2%	30%
Retrait plus de 8 ans	24,7%	24,7% (jusqu'à 150 000€), 30% au-delà

TABLE 4.2 : Avantages fiscaux de l'assurance vie en fonction de l'ancienneté du contrat

La construction de la courbe de rachats structurels est cohérente, celle-ci est construite à partir de la variable "ancienneté de contrat" qui permet de prendre en compte la fiscalité liée au contrat. C'est une approche classique sur le marché qui est jugée raisonnable et pertinente.

Pour confirmer que les rachats structurels sont modélisés en cohérence avec les caractéristiques du portefeuille du client, les études de *backtesting* réalisées ont été demandées. L'étude fournie par le client est réalisée sur 4 ans et est synthétisée dans le tableau 4.3.

Année	**Taux modélisé n-1**	**Taux réel n**	**Écart**	**Écart relatif**
2021	3,1%	4,7%	1,6%	-51,6%
2020	2,9%	3,5%	0,6%	-20,7%
2019	2,5%	3,7%	1,2%	-48%
2018	2,7%	3,6%	0,9%	-33,3%

TABLE 4.3 : Étude de *backtesting* sur les taux de rachats structurels modélisés par le client

L'étude de *backtesting* sur les taux de rachats structurels fournie par l'entité montre que la modélisation des rachats par le client sous-estime sur les quatre dernières années les taux réels d'en moyenne 1%. Les écarts relatifs sont importants et ceux-ci peuvent avoir un impact sur les résultats (BEL, CSM). Dans le chapitre 5.3, une sensibilité sera effectuée pour voir si ces écarts sont significatifs sur le BEL à l'aide d'une augmentation des taux sur la loi de rachats structurels de 10%.

Les rachats dynamiques dépendent de l'environnement économique et sont souvent modélisés grâce au **taux servi** et au **taux de rendement espéré** par l'assuré. Ces rachats étant plus complexes, ceux-ci ne sont pas déterminés par des données historiques ou des tables d'expérience. Les préconisations des ONC[1] lors du QIS 5[2] sont telles que la loi de rachats dynamiques construite par l'entité peut se situer entre une loi de rachat minimum (**plancher**) et une loi de rachat maximum (**plafond**). Le taux de rachat dynamique est la fonction d'écart entre le taux servi (T) et le taux de rendement espéré par l'assuré (TA). L'ACPR définit le TME[3] comme un bon estimateur du TA.

Le taux de rachat dynamique est noté RD et celui-ci est obtenu grâce à la formule 4.10.

$$RD = \begin{cases} RD_{\max} & \text{si } T - TA < \alpha, \\ RD_{\max} \times \frac{(T-TA-\beta)}{(\alpha-\beta)} & \text{si } \alpha < T - TA < \beta, \\ 0 & \text{si } \beta < T - TA < \gamma, \\ RD_{\min} \times \frac{(T-TA-\gamma)}{(\delta-\gamma)} & \text{si } \gamma < T - TA < \delta, \\ RD_{\min} & \text{si } \delta < T - TA, \end{cases} \tag{4.10}$$

[1] Orientations Nationales Complémentaires
[2] *Fifth Quantitative Impact Study*
[3] Taux Moyen d'emprunt d'Etat

avec :

- TA : le taux de rendement espéré par les assurés ;
- RD_{max} : le taux de rachat dynamique maximal ;
- RD_{min} : le taux de rachat dynamique minimal ;
- α : seuil en dessous duquel les rachats dynamiques sont constants et fixés à RD_{max} ;
- β et γ : seuils d'indifférence à la baisse et à la hausse du taux servi. Entre les deux seuils le taux de rachat dynamique est fixé à 0 : le comportement de l'assuré ne change pas ;
- δ : seuil au dessus duquel le taux de rachat dynamique est constant et fixé à RD_{min}.

Cette fonction permet de modéliser le comportement des assurés : si le taux servi est inférieur au taux espéré par les assurés ceux-ci auront plus tendance à racheter.

Les différents seuils sont fixés par l'ACPR (2013) et se retrouvent dans le tableau 4.4.

Paramètres	**Borne min**	**Borne max**
α	-6 %	-4 %
β	0 %	-2 %
γ	1 %	1 %
δ	2 %	4 %
$RD_{\min}$	-6 %	-4 %
$RD_{\max}$	20 %	40 %

TABLE 4.4 : Seuils des paramètres pour le calcul des rachats dynamiques

Ces préconisations de l'ACPR pour les lois de rachats dynamiques ont été établies pour le référentiel Solvabilité II et ne sont donc pas obligatoires sous IFRS 17. En effet, il est possible que la loi de rachats de l'entité ne se situe pas entre les deux fourchettes. Dans ce cas précis, il est nécessaire d'obtenir des justifications sur la construction de celle-ci par l'entité et *backtester* l'approche. Si l'entité choisi d'utiliser ces préconisations et d'utiliser une loi entre ces fourchettes, elle devra justifier de sa pertinence auprès des auditeurs.

Dans le cadre d'un audit, il faut vérifier que les lois des comportements dynamiques (rachats, arbitrages) construites par l'entité sont pertinentes et ces vérifications s'appuient sur les travaux de *backtesting* des entités.

Les courbes schématisées sur la figure 4.15 représentent les courbes plancher, plafond et la courbe utilisée dans la modélisation de cette étude.

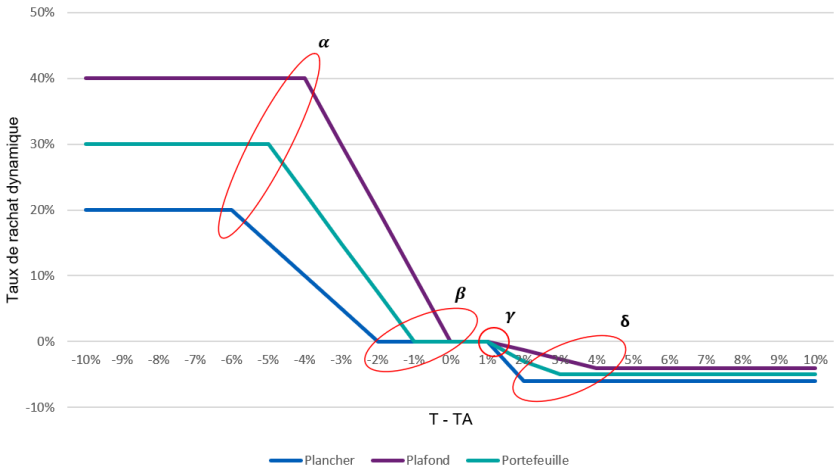


FIGURE 4.15 : Courbes des taux de rachat dynamique

La courbe utilisée dans le portefeuille se situe au milieu des deux courbes plancher et plafond. Cependant, ce point ne représente pas un élément de validation de la robustesse de la loi de rachats dynamiques. Aujourd'hui, sur le marché, les acteurs utiliseront les préconisations de l'ACPR pour construire leur loi de rachats dynamiques. Ces préconisations sont jugées pertinentes si les études de *backtesting* démontrent une cohérence avec les portefeuilles en question. Dans le cas de cet audit, aucune étude de *backtesting* n'est à notre disposition. Il a donc été demandé au client d'en effectuer une et d'investiguer sur une loi propre à son portefeuille en parallèle.

Tables de mortalité

Les tables de mortalité utilisées par simplification dans la modélisation sont les tables réglementaires **TF-002** et **TH-002** qui sont des tables de mortalité dites du moment (les tables d'expériences du client n'étant pas à disposition). Ces tables indiquent le nombre de survivants (l_x) par âge respectivement pour les femmes et pour les hommes. Elles sont construites à partir de la mortalité d'une population observée sur une période courte (entre 2000 et 2002) par l'INSEE[1].

Si la loi d'expérience du client était à disposition lors de l'audit, il faudrait vérifier la documentation, la justification et la méthodologie envoyée à l'ACPR pour l'utilisation de celle-ci. Il faut vérifier la fréquence de mise à jour de celle-ci pour qu'elle soit continuellement pertinente et adaptée au portefeuille. Pour finir, il est nécessaire de *backtester* la table c'est à dire vérifier que dans les années passées le nombre de morts prévu correspond au nombre de morts réellement apparu.

[1]Institut National de la Statistique et des Études Économiques

4.3 Revue des sorties des modélisations

Dans cette section, des exemples de contrôles sur les sorties des modélisations DEvent sont effectués ne disposant pas des sorties du modèle du client.

4.3.1 Contrôle de cohérence entre hypothèses en *input* et *output* du modèle

Comme contrôle il est possible de vérifier que les hypothèses de décès et rachats choisies en *input* se reflètent bien en *output*. Ce contrôle permet de vérifier la mise à jour des hypothèses dans le modèle et que le modèle ne déforme pas les données. Une étude de la cohérence des résultats du modèle ALM sur le scénario déterministe (scénario numéro 1001) pour la première année de projection est effectuée. Les résultats sont répertoriés dans le tableau 4.5.

Scénario	Période	Nb polices	Nb décès	Nb maturités	Nb rachats
1001	0	722	0	0	0
1001	1	658,83	9,08	9	45,08

TABLE 4.5 : Extrait des sorties du modèle ALM

L'objectif est de retrouver la variable "**Nb polices**" de la période 1 à partir des hypothèses non économiques étudiées précédemment. La variable "Nb maturités" correspond au nombre de contrats arrivés à maturité après une année de projection soit en 2022. Dans les *model points* passifs se retrouvent bien 9 contrats à échéance année 2022.

Pour vérifier que le nombre de décès correspond bien aux tables de mortalité utilisées, la première étape correspond au calcul du taux de décès (q_x) par âge à l'aide de ces tables grâce à la formule 4.11.

$$q_x = 1 - \frac{l_{x+1}}{l_x} \tag{4.11}$$

Pour chaque âge, le nombre de contrats associés dans le portefeuille est distingué par sexe. La multiplication de ce nombre de contrats par le taux de décès correspond au nombre de morts par âge et par sexe pour l'année 2022. En additionnant le nombre de morts le résultat donne **9,24** ce qui est relativement proche de 9,08 indiqué par les résultats du modèle. Avec un écart relatif de -1,8% il est cohérent d'affirmer que les hypothèses de mortalité sont bien implémentées dans le modèle.

Pour vérifier que le nombre de rachats correspond bien aux lois de rachats construites par l'entité il faut calculer les taux de rachats **structurels** et **dynamiques**. Pour le taux de rachats structurels, la première étape consiste à multiplier le nombre de contrats par année d'ancienneté par le taux de rachats correspondant sur la courbe 4.14. Le nombre de rachats structurels est de **46,43**.

Pour les rachats dynamiques, il est possible lors de l'audit d'utiliser les préconisations de l'ACPR et d'utiliser le TME comme approximation du TA. Au 31/12/2021 le TME était de **0,07%** (SPAC, 2021). Le T correspond au taux minimum garanti indiqué dans les *model points* passifs. En soustrayant le TA au T, le taux de rachats dynamiques correspondant est obtenu grâce à la figure 4.15. En multipliant celui-ci par le nombre de contrats associés, le nombre de rachats dynamiques est obtenu. Les résultats sont dans le tableau 4.6.

TMG	Nb polices	T-TA	Taux rachats dynamiques	Nb rachats
0	271	-0,07%	0	0
1%	30	0,93%	0	0
2%	121	1,93%	-3%	-3,63

TABLE 4.6 : Calcul du nombre de rachats dynamiques

Sur la dernière ligne du tableau ci-dessus, on note un taux de rachats dynamiques différent de zéro. En effet, le seuil d'activation des rachats dynamiques (1%) est dépassé car le delta T - TA est de 1,93 %. On constate donc des rachats. Le résultat est de **-3,63** rachats dynamiques ce qui correspond au fait que les assurés rachètent -3% de moins que l'année d'avant. Pour obtenir le nombre de rachats totaux, il suffit d'additionner 46,43 et -3,63. Le résultat obtenu est de **42,8** rachats totaux en 2022 soit un écart relatif de 5% avec les résultats du modèle ce qui est acceptable. L'erreur peut être dûe à l'approximation du TA par le TME. En effet, dans le modèle DEvent, T-TA est approximé par la formule 4.12.

$$\begin{aligned} T-TA = & \, max(TMG, \text{Taux moyen servi}_{n-1}) \\ & - max(\text{Taux PB}_{concurrence} \times \text{Rendement}_{concurrence} - \text{Taux de chargement}, 0). \end{aligned} \tag{4.12}$$

Aujourd'hui, le fait que les produits bancaires soient devenus attractifs dans un contexte actuel de taux bas rend cohérent la prise en compte des taux et rendements de la concurrence. Un effet de retard dans la réaction des assurés sur l'activation des rachats dynamiques aurait cependant pu être pris en compte.

Le tableau 4.7 résume les différents résultats retrouvés.

Concept	Résultat modèle	Résultat calculé	Modèle - Calculé	Écart relatif
Maturité	9	9	0	0%
Décès	9,08	9,24	-0,16	-1,73%
Rachats totaux	45,08	42,8	2,28	5,33%
Nombres de contrats	658,83	660,96	-2,13	-0,32%

TABLE 4.7 : Comparaison des résultats modélisés et calculés sur la première période du scénario déterministe

Le nombre de polices obtenues pour la première année de projection est de $722 - 9 - 9,24 - 42,8 = 660,96$ soit un écart relatif global de -0,3% ce qui est acceptable.

Les hypothèses de mortalité et de rachats sont bien implémentées dans le modèle. Lors des audits, d'autres hypothèses peuvent être vérifiées sur la première période du scénario déterministe qui engendre des calculs sans aléa et donc simplifiés (par exemple calculer des taux de frais en *output* du modèle et vérifier leurs cohérences avec l'*input*).

L'hypothèse de frais en pourcentage de la PM transmise par le client va maintenant être vérifiée. Pour cela, il est possible de vérifier qu'avec les sorties du modèle DEvent on retrouve bien les coûts unitaires annoncés en données par le client. Pour se faire, pour chaque année de projection, les frais de décès, administratifs et de rachats ont été divisés par la moyenne du nombre de polices correspondant entre le début de l'année de projection et la fin. Un extrait des calculs (sur l'exemple des frais en cas de rachats) se retrouve dans le tableau 4.8.

Scénario	Période	Moyenne nb polices	Frais en cas de rachats	Estimation coût unitaire
1001	35	12,10	547,98	45,30
1001	36	10,76	482,00	44,79
1001	37	9,49	462,67	48,76
1001	38	8,25	341,16	41,34
1001	39	7,05	328,38	46,61

TABLE 4.8 : Vérification du coût unitaire des frais de rachats

Au cours des années de projection, on ne trouve pas un coût unitaire stable valant 45 €. En moyenne, celui-ci est de 47,23 €. Cela est dû à l'approximation du taux de frais de rachats en pourcentage de la PM.

Pour les frais administratifs, on trouve en moyenne sur les périodes un coût unitaire de 23,54 € (pour un coût de 20 € annoncé par le client). Cependant, pour les frais en cas de décès on trouve en moyenne un coût unitaire de 56,84 €. Celui-ci est éloigné de la valeur annoncée par le client de 90 €. Après avoir remonté au client cette différence, celui-ci s'est aperçu avoir entré le mauvais coût unitaire pour les frais en cas de décès en entrée de son modèle ALM. Il avait rentré 60 € au lieu de 90 €. Il s'agit ici d'une erreur opérationnelle qui a pu être identifiée via les contrôles mis en place vérifiant la cohérence des hypothèses en *input* du modèle (retenue pour les calculs) et les données de l'étude (hypothèses calibrées et fixées au préalable). Cette erreur peut avoir un impact significatif sur les résultats annoncés par le client. Cet impact sera étudié au chapitre 5.3.

Un autre contrôle important est de vérifier que le stock de PM sur la période initiale de projection en sortie de modèle est bien équivalent au stock dans les *model points* utilisés en entrée. Ce contrôle est synthétisé dans le tableau 4.9.

Scénario	Période	PM Modèle	PM MP	Écart
1001	0	55 358 447 €	55 358 447 €	0

TABLE 4.9 : Cadrage actuariat - comptable sur le montant de PM

Lors des audits, il est également intéressant de vérifier que le stock de PM est le même en sortie de modèle et sur les provisions / bilans comptables.

4.3.2 Résultats du BEL IFRS 17

Pour résumer avec ce qui a été précédemment décrit, les étapes clés du calcul du BEL se retrouvent dans le schéma 4.16.

Grâce aux résultats du modèle ALM, le BEL est finalement calculé grâce à une méthode de Monte Carlo. Son calcul correspond à la formule 4.13.

$$BEL = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{T} CF_{i,j} \times Defl_{i,j}, \tag{4.13}$$

$$avec = \begin{cases} N : \text{le nombre de scénarios économiques;} \\ T : \text{l'horizon de projection;} \\ CF_{i,j} : \text{les flux de trésorerie de l'année j du scénario i;} \\ Defl_{i,j} : \text{le déflateur relatif à l'année j du scénario i.} \end{cases}$$

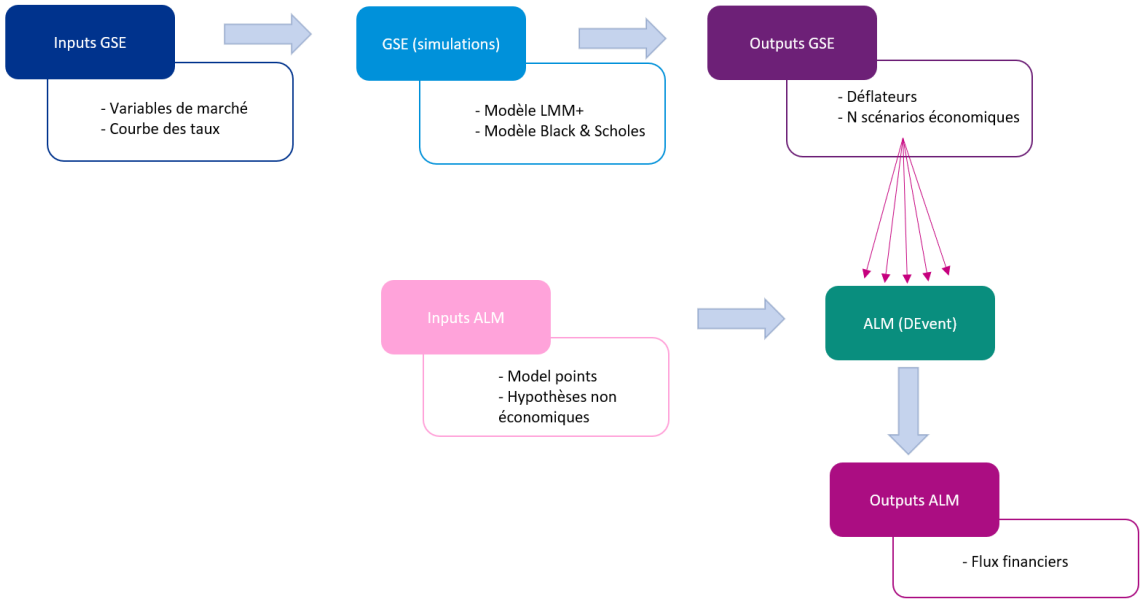


FIGURE 4.16 : Processus de calcul du BEL épargne IFRS 17

L'horizon de projection T doit assurer qu'en fin de projection le *stock* de provision mathématique est totalement écoulé (les entités peuvent fixer des seuils de tolérance, par exemple la PM de fin de projection ne doit pas dépasser 5% de la PM initiale). Pour cela, cette valeur doit être assez élevée. Le nombre de scénarios économiques N doit assurer l'hypothèse de convergence et atténuer l'erreur d'approximation du BEL et doit donc être également assez élevé. Dans DEvent les paramètres T et N sont respectivement fixés à **60** et **1000**.

Grâce aux modélisations effectuées, les résultats stochastiques obtenus sont répertoriés **en millions d'euros** dans le tableau 4.10.

	BEL stochastique	**VIF**	**Ratio VIF/BEL**
SII	54	5	9%
IFRS 17	49	11	22%

TABLE 4.10 : Résultats des modélisations DEvent

Le BEL IFRS 17 déterministe vaut lui, 48 millions d'euros.

La VIF est déterminée via une méthode dite "**indirecte**" en soustrayant à la valeur de marché des actifs du portefeuille la valeur du BEL et du RA (cf. 4.5).

Il est possible à ce stade d'introduire une grandeur qui est la TVOG[1]. Cette valeur représente le coût additionnel des options et garanties au-delà de leur valeur intrinsèque qui est inclus dans le scénario déterministe. Celle-ci est calculée par la différence entre le BEL stochastique (formule 4.13) et le BEL déterministe. Dans cette étude la TVOG vaut **548 734 €**.

[1] *Time value of options and guarantees*

La valeur du BEL SII a été obtenue en prenant les caractéristiques de ce référentiel en entrée du modèle ALM DEvent (c'est à dire : pas de versements libres, totalité des frais et en prenant la courbe EIOPA avec VA en entrée du GSE). Dans le chapitre 5.2.1 sera réalisée la réconciliation entre la valeur du BEL SII et celle du BEL IFRS 17 en modélisant le *bridge* et en le comparant à celui du client.

4.3.3 Écart de convergence

Comme il a été vu au chapitre 3.2.1, un phénomène de fuite de modèle existe lors des modélisations stochastiques. Dans le cas du client audité dans ce mémoire, l'écart de convergence en début de projection est injecté dans le BEL. Cet écart ne doit pas être trop important pour justifier que le nombre de simulations choisi est suffisant. Dans cette sous section, l'écart de convergence associé au modèle ALM DEvent va être calculé et la vérification qu'aucun écart n'existe dans le scénario déterministe va être effectué.

Dans le cas des scénarios stochastiques, le calcul de l'écart de convergence en début de projection est synthétisé dans le tableau 4.11.

VM	63 282 373 €
BEL	48 744 649 €
PVFP	14 353 689 €
VM - (BEL + PVFP)	184 035 €
Écart de convergence	0,3%

TABLE 4.11 : Calcul de l'écart de convergence en début de projection sur les scénarios stochastiques

L'écart de convergence résultant du modèle ALM Devent sur la modélisation stochastique est de 0,3% ce qui est satisfaisant. Dans la pratique, chez les acteurs, cet écart est compris entre 0,05% et 0,2%. Cet écart peut être lié à la création des scénarios économiques via le GSE par exemple ou par des anomalies de modèle.

De plus, le ratio $\frac{\text{leakage}}{\text{BE ouverture}}$ est de 0,4% ce qui est également satisfaisant.

Le même travail est réalisé sur le scénario déterministe. Les résultats se trouvent dans le tableau 4.12.

VM	63 282 373 €
BEL	48 195 915 €
PVFP	15 032 874 €
VM - (BEL + PVFP)	53 584 €
Écart de convergence	0,09%

TABLE 4.12 : Calcul de l'écart de convergence en début de projection sur le scénario déterministe

L'égalité n'est pas parfaite, cependant l'écart de convergence est faible.

Pour terminer sur le scénario déterministe, lors des audits, il est intéressant de faire une reconstitution du BEL à partir des flux en sortie du modèle. Ce calcul, en déterministe, est relativement simple et devrait mener à la même valeur que le BEL déterministe en sortie de modèle. Le BEL dans DEvent se calcule grâce à la formule 4.14.

$$BEL = \sum_{i=1}^{T}(-\text{Primes} + \text{Prestations} + \text{Frais} + \text{Commissions} + \text{Prélèvements sociaux} + \text{Flux de dernier pas}) \times \text{Defl}_i, \quad (4.14)$$

$$avec = \{\ i = \text{période de projection.}$$

En effectuant ce calcul, on trouve une valeur de BEL déterministe de 47 702 698 € soit un écart relatif avec la valeur en sortie du modèle ALM DEvent de 1,02% ce qui est acceptable pour un recalcul.

Comme il a été vu au chapitre précédent, les contrôles à effectuer sur les résultats sont nombreux. Dans la suite, l'étude de trois scénarios stochastiques sera réalisée. Ces trois scénarios seront choisis de telle sorte à ce que les situations extrêmes dans lesquelles peut se trouver le portefeuille soient couvertes.

4.3.4 Études de trois scénarios stochastiques

Pour ne pas avoir à simuler les 1000 scénarios lors d'une mission d'audit, les actuaires peuvent se concentrer sur l'étude d'un nombre restreint de scénarios. En prenant trois scénarios que l'on appellera "**favorable**", "**central**" et "**défavorable**" les actuaires peuvent analyser les chroniques des flux pour le calcul du BEL. Le choix des scénarios a été fait de manière à prendre un scénario avec une valeur de BEL faible (scénario favorable), un scénario avec une valeur de BEL forte (scénario défavorable) et un scénario avec une valeur de BEL proche du BEL final (scénario central). Les trois scénarios choisis sont les suivants :

- Scénario favorable = scénario 433 ;
- Scénario central = scénario 925 ;
- Scénario défavorable = scénario 966 .

Grâce au modèle ALM les trois scénarios sont simulés. Les sommes en **millions d'euros** des différents flux des scénarios sont synthétisées dans le tableau 4.13.

	BEL	**VM**	**PPB**	**Profit net**
Scénario favorable	6,07	262,82	237,22	12,16
Scénario central	49,84	3,15	1,55	0,47
Scénario défavorable	80,97	1,80	0,29	0,0005

TABLE 4.13 : Résultats de la simulation de trois scénarios stochastiques via DEvent en millions d'euros

Il est aussi intéressant de regarder les courbes de taux simulées par le GSE pour ces trois scénarios pour comprendre le lien avec les valeurs des flux. Les trois courbes sont représentées sur la figure 4.17.

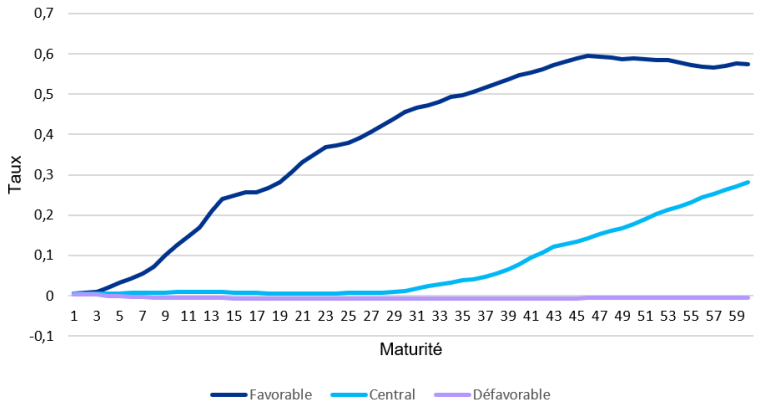


FIGURE 4.17 : Courbe des taux des trois scénarios stochastiques simulés

Le scénario défavorable correspond à une courbe des taux basse et le scénario favorable à une courbe des taux haute. Cela implique que le portefeuille de cette étude est très dépendant des rendements financiers de ses actions détenues. Un environnement de taux bas implique de provisionner plus pour compenser les obligations des contrats de l'assureur. Plus la courbe est basse plus il est logique que les valeurs de marché des actifs soient basses et par conséquent les rendements financiers également ce qui entraîne une provision pour participation aux bénéfices plus faible dans le cas du scénario défavorable. Le profit net de manière cohérente est plus faible dans le scénario défavorable.

Les flux sur ces trois scénarios sont cohérents. En terme d'audit, pouvoir assurer la cohérence de trois scénarios extrêmes permet d'être raisonnablement certain que l'ensemble des scénarios du modèle le sont aussi.

Le tableau 4.14 permet d'illustrer les écarts entre les valeurs des BELs stochastiques des scénarios étudiés et la valeur du BEL stochastique.

	Δ BEL stochastique (48,74 M€)
Scénario favorable	-92%
Scénario central	-1%
Scénario défavorable	66%

TABLE 4.14 : Écarts entre les BELs des différents scénarios

Les écarts entre le BEL final stochastique et les autres scénarios sont importants ce qui représente l'effet d'aléa des scénarios stochastiques.

4.3.5 Convergence BEL stochastique

La figure 4.18 représente la valeur du BEL pour les 1000 scénarios stochastiques. Ceux-ci varient entre 46 et 51 millions d'euros ce qui représente bien, encore une fois, l'effet d'aléa des scénarios stochastiques.

Le BEL obtenu pour 1000 simulations est compris dans l'intervalle de confiance à 95% (IC = [46 318 087 ; 51 181 832]). Cet intervalle est jugé acceptable et par conséquent le nombre de simulations aussi.

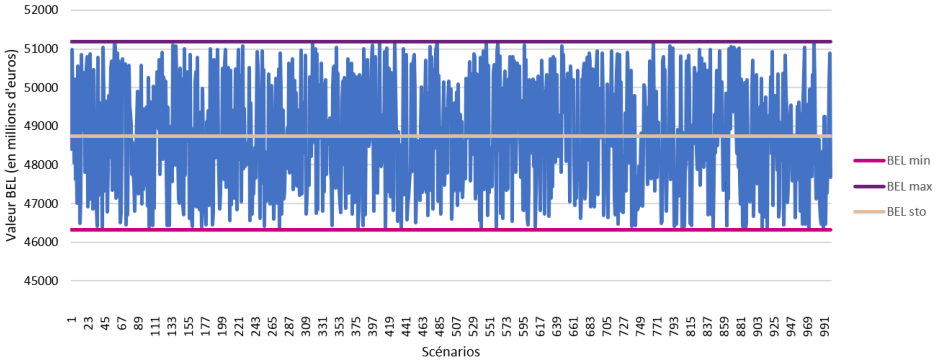


FIGURE 4.18 : Convergence BEL stochastiques

4.3.6 Études de chroniques de flux

Pour finir l'étude des résultats DEvent, l'étude de la chronique de PM est réalisée. Les chroniques d'autres flux peuvent être étudiées pour approfondir l'étude comme par exemple le profit net, la participation au résultat minimum réglementaire ou encore les rachats ou la valeur de marché du portefeuille. Par exemple, la chronique de la PM sur le scénario déterministe est représentée sur la figure 4.19.

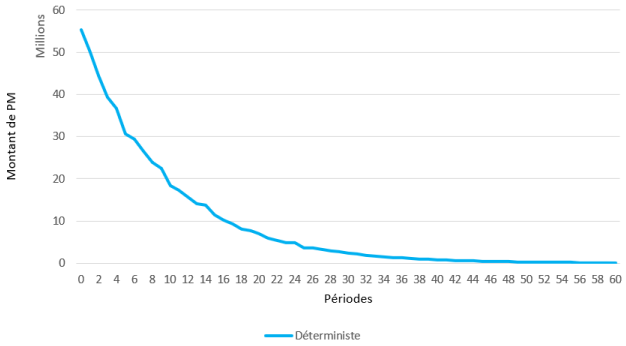


FIGURE 4.19 : Étude de la chronique de PM sur le scénario déterministe

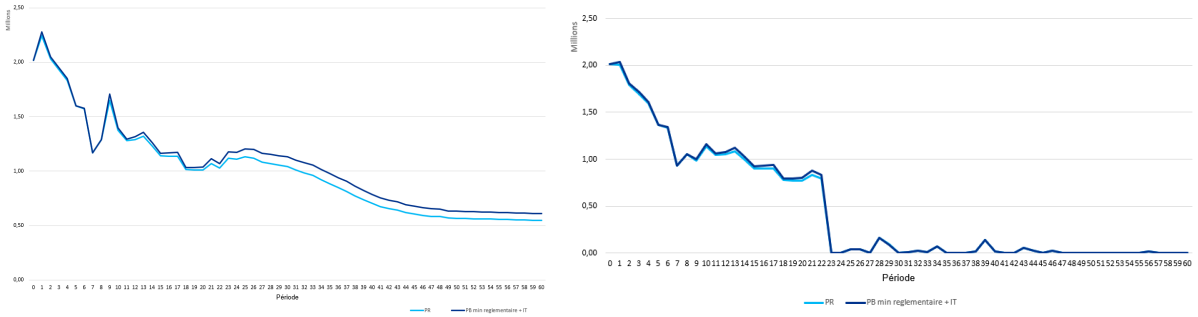
Sur la figure 4.19 on remarque une tendance décroissante pour tendre vers 0 à partir de la 38ème période. L'engagement de l'assureur est quasi nul à partir de cette période ce qui justifie que le paramètre T=60 est suffisant. La PM de fin de période représente 0,26% de la PM initiale ce qui est raisonnable.

Concernant la chronique des flux de trésorerie par exemple, lors des audits on s'attend à ce qu'en fin de projection un pic se dégage. Ce pic correspond au relâchement des provisions (dans notre étude PM et PPB) et des plus ou moins value latentes restantes en fin de projection dans le BEL. Les flux de trésorerie sont donc plus importants sur ce point. Lors des audits, il faut vérifier que les ordres de grandeur en fin de projection sont respectés. Des seuils peuvent être mis en place par les entités. Dans la pratique, les flux de trésorerie de fin de projection n'excèdent pas 10% des flux de trésorerie en début de projection. Dans le cas de cette étude, les flux de fin de projection représentent 4,3% des flux de début de projection, ce qui est raisonnable.

Participation aux bénéfices

Comme il a été vu au chapitre 3.2.1, au niveau de la participation aux bénéfices minimum réglementaire, un contrôle possible est de vérifier que la participation versée plus les intérêts techniques est toujours supérieure ou égale à la participation aux résultats, surtout dans le cas d'un scénario défavorable.

Sur la figure 4.20 se retrouve la comparaison entre la participation au résultat de l'assureur et la participation aux bénéfices réglementaire plus intérêts techniques sur le scénario déterministe et défavorable.



(a) Scénario déterministe (b) Scénario défavorable

FIGURE 4.20 : Comparaison de la participation au résultat et de la PB minimum réglementaire

Pour le scénario déterministe la participation au résultat est strictement inférieure à la participation aux bénéfices minimum réglementaire sur toutes les périodes. Pour le scénario défavorable, quand la participation au résultat est nulle la participation aux bénéfices l'est également. Sinon, sur toutes les périodes la participation au résultat est strictement inférieure.

En moyenne sur les périodes, la participation aux bénéfices représente 3,09% de la provision mathématique sur le scénario déterministe et 2,28% sur le scénario défavorable. La participation aux bénéfices en fin de période représente 0,03% de la PM initiale dans le scénario déterministe et 0% dans le scénario défavorable.

Dans cette section, la modélisation du BEL a été effectuée en passant par la réplication de la courbe des taux et l'adaptation des données clients aux outils KPMG. De plus, des exemples de contrôles à effectuer lors des missions d'audits ont été présentés. Dans la suite, la réplication des autres agrégats bilantiels (RA et CSM) est effectuée.

4.4 Réplication du calcul du *Risk Adjustment*

Dans cette étude, le RA est calculé avec une méthode **PAD** (cf. chapitre 3.2.2). Via une maquette miroir, il a été possible de répliquer ce calcul. Les données en *inputs* de la maquette sont les données du client (sorties de son modèle ALM) et correspondent aux BEs centraux et stressés pour les risques : rachats, décès, longévité, morbidité pour chaque *model points*.

La calibrage des chocs reposent sur les travaux de l'EIOPA dans le cadre du calibrage Solvabilité II en modifiant deux aspects :

- La vision des chocs est à l'ultime (et non à 1 an) ;
- Le quantile retenu n'est pas de 99,5% mais est propre à l'entité.

Dans cette étude, les BEs stressés correspondent à l'application des chocs SII au quantile 75%. Le choix du niveau de quantile est laissé libre aux entités. Ce choix d'expert est généralement effectué dans des optiques de pilotage des résultats. Des études de sensibilités sur cette quantité sont préconisées aux entités pour déterminer leur choix. En effet, celui-ci ne peut pas être modifié pour les exercices suivants, sauf exception.

Les distributions des risques sont supposées normales.

Cette méthode permet d'allier respect de la norme IFRS 17 et facilité d'implémentation car elle repose sur les principes et *framework* utilisés sous la directive Solvabilité II.

Les différentes étapes de calcul de la maquette sont les suivantes :

1. Calcul des capitaux de risques par la formule : **BEL stressé - BEL central** ;
2. Calcul du RA grâce à l'agrégation des risques via une matrice de corrélation comme le montre la formule 4.15.

$$\sqrt{\begin{pmatrix}\text{Mortalité} & \text{Longévité} & ...\end{pmatrix} \times \begin{pmatrix}\rho\text{Mortalité} & ... & ... \\ ... & ... & ... \\ ... & ... & \rho\text{Rachat}\end{pmatrix} \times \begin{pmatrix}\text{Mortalité} \\ \text{Longévité} \\ . \\ . \\ .\end{pmatrix}} \tag{4.15}$$

La matrice de corrélation utilisée est celle préconisée lors du QIS4 (CEIOPS, 2007) pour le référentiel Solvabilité II. Ceci est une pratique commune sur le marché des assureurs. La matrice est référencée dans le tableau 4.15.

	Mortalité	Longévité	Morbidité	Rachat
Mortalité	100%	-50%	25%	0%
Longévité	-50%	100%	0%	25%
Morbidité	25%	0%	100%	0%
Rachat	0%	25%	0%	100%

TABLE 4.15 : Matrice de corrélation pour le calcul du RA

La valeur obtenue du RA est de **3,23 millions d'euros** et représente 7% du BEL IFRS 17. Dans la pratique, le RA représente environ 5% de la valeur du BEL. La valeur trouvée est donc d'un niveau satisfaisant. Cependant, l'entité pourrait adapter sa méthode de calcul en prenant en compte un choc lié aux versements libres puisque ceux-ci, sous IFRS 17, sont intégrés dans les modélisations.

4.5 Réplication du calcul de la *Contractual Service Margin* de transition

Une des procédures substantives pour réaliser l'audit de la CSM de transition est d'utiliser une maquette miroir pour répliquer le calcul, faire des analyses descriptives des données et effectuer des sensibilités.

Dans cette étude, le calcul de la CSM de transition s'effectue via la méthode MRA. La justification du client sur l'utilisation de cette méthode est qu'il n'est pas en capacité de faire une méthode FRA

par manque de données. Cette justification nécessite d'être appuyée par des études.

Pour rappel, au chapitre 1.1.3 il a été vu les trois différentes étapes pour le calcul de la CSM de transition en MRA :

1. **Calcul de la VIF** à la date de transition à l'aide des données actuarielles en effectuant le calcul : $PVFP_{\text{transition date}} - RA_{\text{transition date}}$;
2. **Calcul de la CSM** à la date de comptabilisation initiale par rétropédalage des marges historiques ;
3. **Amortissement de la CSM** jusqu'à la date de transition.

La méthode MRA autorise d'effectuer des simplifications pour sa réalisation. Notamment, en utilisant le paragraphe C10 de la norme IFRS 17, qui stipule que "*dans la mesure permise par le paragraphe C8, une entité ne doit pas appliquer le paragraphe 22 pour diviser les groupes en ceux qui ne comprennent pas de contrats émis à plus d'un an d'intervalle*".

Dans l'approche MRA utilisée dans cette étude, la profondeur de l'historique est l'année **1997**. Avant 1997 les données ne sont pas disponibles au même niveau de granularité et de qualité. L'utilisation d'approximation et retraitements pour obtenir des informations aurait requis des coûts et des efforts qui auraient altéré la qualité de la méthode MRA. En effet, l'entité justifie que le suivi par arrêté n'est disponible qu'à partir de 1997. Les extractions pour appliquer la méthode MRA intègrent cependant bien les contrats émis avant 1997. Néanmoins, ceux-ci représentent moins de 10% des provisions du portefeuille.

Les générations avant 2014 sont regroupées en un seul groupe tandis que les années de 2015 à 2021 sont considérées comme des cohortes uniques. La considération d'un unique groupe de contrat avant 2014 n'est cependant pas matériel.

4.5.1 Mise en oeuvre de la méthode MRA

Étape 1

La première étape s'effectue en prenant les différentes valeurs issues des modélisations précédentes. On obtient une valeur de VIF grâce à la formule suivante :

$$VIF = PVFP - RA = 14\ 353\ 689 - 3\ 228\ 091 = 11\ 125\ 598\ €\,.$$

Étape 2

La deuxième étape nécessite la récupération des **marges historiques** incluant : les marges de souscription, les coûts d'acquisition attribuables, les frais de management attribuables, les marges financières, les marges de réassurance et les autres marges. L'addition de ces données conduit à l'évaluation de la CSM à la date de comptabilisation initiale. Ces données se retrouvent notamment dans les *French Regulatory Reporting* (FR13) émis par les entités chaque année, retraitées des frais non attribuables pour avoir une CSM en comptabilisation initiale fiable et cohérente.

Le graphique 4.21 représente graphiquement le montant des marges historiques pour la méthode MRA.

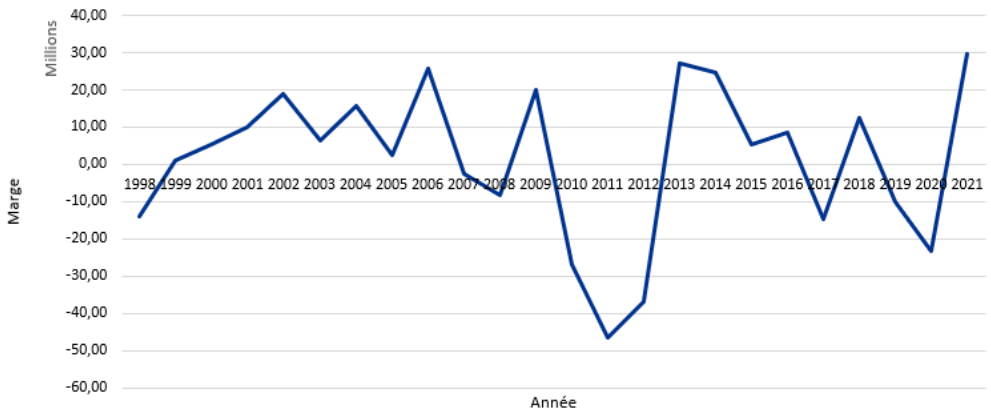


FIGURE 4.21 : Marges historiques utilisées pour le calcul de la CSM de transition - Méthode MRA

L'année 2011 se démarque par une marge négative de -46 millions d'euros ce qui peut s'expliquer par la répercussion de la crise économique de 2008.

En reconstituant la méthodologie du client pour le calcul du point de départ dans la méthode MRA, il est possible de remarquer que celui-ci ne prend pas en compte la **réserve de capitalisation**. Hors, sous IFRS 17, le traitement de la réserve de capitalisation doit être examiné pour tenir compte de l'intéraction actif/passif dans le cas des contrats participatifs directs évalués en VFA. L'objectif est de tenir compte de la cadence historique des plus-values obligataires dans l'exercice de transition. La non prise en compte de celle-ci peut avoir un impact significatif sur la valeur de la CSM de transition (voir chapitre 5.3.1).

Le RA à la date de comptabilisation initiale est, dans la pratique sur le marché, généralement estimé par rétropédalage en fonction des pourcentages de relâchement des années historiques. Cette méthode permet, en autre, de faire un calcul sans "coût ou effort excessif" avec les données à la disposition de l'entité. Son calcul est représenté sur la formule 4.16.

$$RA_{\text{inception date}} = RA_{\text{transition date}} + \text{Historiques des relâchements RA}, \tag{4.16}$$

$$avec = \begin{cases} \text{Historique des relâchements RA} = \dfrac{RA_{\text{transition date}}}{\text{Business volume 2021}} \times \text{Business volume T} \\ \qquad\qquad \times \,\%\text{relâchement du RA sur le business habituel.} \end{cases}$$

La variable T représente les années entre la date de comptabilisation initiale et la date de transition. Le pourcentage de relâchement du RA sur le business habituel est fourni par le centre de gestion de l'entité suite à une étude statistique et vaut 5,79%.

D'autres méthodes, généralement propre à l'entité, existent pour déterminer les historiques des relâchements de RA (par exemple par un ratio $\frac{\text{RA transition}}{\text{BE transition}}$ peut être utilisé). Chaque entité détermine l'approche qui correspond aux données accessibles sans coût ou effort important.

La CSM à la date de comptabilisation initiale est elle, égale à la formule 4.17.

$$CSM_{\text{inception date}} = FV_{\text{underling items}} - PVFCF_{transition} - RA_{transition} + \sum_{k=\text{inception date}}^{\text{Transition date}} (Marges_k - \text{Coûts attribuables}_k) + (RA_{\text{inception date}} - RA_{\text{transition date}}). \tag{4.17}$$

Étape 3

Pour la troisième étape, les unités de couverture sont utilisées pour l'amortissement de la CSM en représentation du service d'assurance déjà produit aux assurés. Les unités de couverture historiques doivent être cohérentes. Par choix de l'entité elles sont déterminées via les PM des rapports FR13 et la formule 4.18. Ce choix est cohérent avec les pratiques de marché bien que pas unique.

$$\frac{PM}{\text{Present value}(PM)}. \tag{4.18}$$

Si la CSM à la date de comptabilisation initiale est positive, l'amortissement de la CSM jusqu'à la date de transition est obtenu avec la formule 4.19.

$$Amortissement_T = -CSM_{\text{closing T-1}} \times (\frac{CU_T}{\sum_{k \geq T+1} VAN(CU_k)}). \tag{4.19}$$

$$avec = \begin{cases} T \in [\text{Inception date}; \text{Transition date}]; \\ CU_T = \text{Montant d'unité de couverture à la date T.} \end{cases}$$

Les résultats obtenus se retrouvent graphiquement sur la figure 4.22.

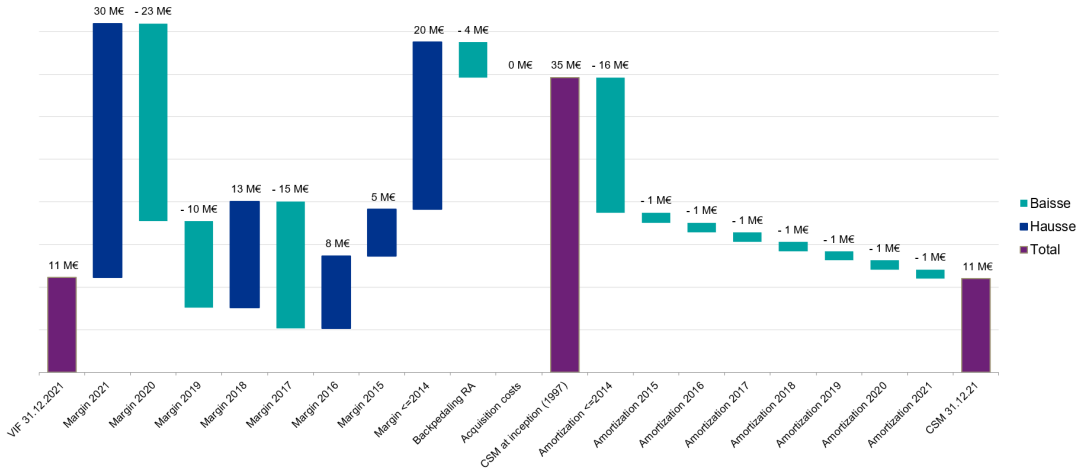


FIGURE 4.22 : CSM de transition

La CSM de transition au 31/12/2021 avec la méthode MRA est de **11 309 634 €**.

Pour résumer sur la partie modélisation et avant de passer à la construction des états financiers, le tableau 4.16 permet de synthétiser les simplifications faites lors des modélisations explicitées précédemment, soit les écarts de données et hypothèses avec le client.

	Client	**Pour modélisation**
Probabilités de défaut (CDT[1])	Inconnu	Données issues de S&P
LGDs obligations souveraines (CDT)	Inconnu	Données issues de S&P (24%)
LGDs autres obligations (CDT)	Inconnu	Données issues de l'EIOPA (70% et 5%)
Écart type des pertes attendues (CDT)	Inconnu	1
Coefficient d'ajustement des passifs (CDT)	Inconnu	Donnée issue de l'EIOPA (75%)
Coefficient d'ajustement de la duration des passifs (CDT)	Inconnu	50%
Age maximum *model points* passif	111 ans	105 ans
Modélisation actifs	Obligations gouvernementales, Obligations de sociétés, OPCVM, Actions, Immobilier, Cash	Obligations sans risque, Obligations risquées, Actions, Immobilier, Cash
Frais (administratifs, rachats, décès)	Méthode par coûts unitaires (20€, 45€, 90€)	Pourcentage de la PM (0,2%, 0,6%, 0,5%)
Tables de mortalité	Tables d'expérience	Tables TH-002 et TF-002
VIF	Inconnu	Méthode indirecte (PVFP - RA)

TABLE 4.16 : Simplifications pour modélisations

En plus de ces éléments, il est possible de noter que les spécifications des outils ALM (comme le taux de rendement espéré pour les rachats dynamiques par exemple) et GSE (données en entrée du GSE, modèle de crédit et d'inflation par exemple) sont différentes de celles du client.

4.6 Constitution des états financiers

Grâce aux modélisations effectuées, il est possible de reconstituer les états financiers du client.

Pour le P&L, Les hypothèses utilisées pour le *rollforward* et l'AoM sont les suivantes :

- Le taux de désactualisation utilisé est le taux à 1 an de la courbe des taux modélisée IFRS 17 (0,015%). L'impact sur le BEL est de 7 312 €. En VFA, l'impact de la désactualisation est alloué en CSM ;
- Les relâchements de *cash flows* correspondant aux primes encaissées, prestations et frais payés résultant des modélisations DEvent ont un impact de -5 304 008 € sur le BEL. L'impact de ces relâchement est affiché en P&L ;
- Pour calculer l'impact des écarts d'expérience, l'entité a fourni les informations suivantes : le rendement moyen des actions est en baisse (-2%) et la volatilité des rendements des actions en hausse (+1%). Des rachats plus importants que prévus sont constatés (dûs à la baisse de rendement des actifs) (+2%) et des frais plus importants (+1,5%). En modifiant ces éléments dans les modélisations, l'impact comptabilisé se retrouve en CSM ;
- Contrairement aux écarts d'expérience qui représentent les écarts observés au cours de la première année entre les flux réels et modélisés, l'étape des changements d'hypothèses représente les changements d'hypothèses pour la projection des flux futurs. Les révisions des hypothèses fournies par l'entité ne concernent que la hausse de l'hypothèse de rachats structurels. Ce changement d'hypothèse impacte positivement le BEL ;
- Aucun changement d'hypothèse économique n'a été signalé par l'entité.

Ces différents éléments sont résumés sur la figure 4.23.

AoM				
	MVA	BEL	RA	VIF
Ouverture	**63 282 373,0**	**48 744 648,0**	**3 228 091,0**	**11 125 598,0**
Désactualisation	9 492,4	7 311,7	484,2	1 696,4
Flux attendus	(6 336 804,2)	(5 304 008,4)	(1 259 865,3)	1 259 865,3
Écarts d'expériences économiques	876 432,0	432 189,0	30 253,2	413 989,8
Écarts d'expériences techniques	(570 312,4)	(538 654,3)	(105 342,7)	(500 764,0)
Changements d'hypothèses techniques	-	1 234 564,5	-	(1 234 564,5)
Changements d'hypothèses économiques	-	-	-	-
Clôture	**57 261 180,7**	**44 576 050,5**	**1 893 620,4**	**11 065 821,0**

FIGURE 4.23 : Analyse de mouvement pour la reconstitution du P&L IFRS 17

À ce stade, il est possible d'effectuer le *rollforward* de la CSM en y retrouvant les impacts énumérés plus haut.

Le pourcentage de CSM à relâcher dans le P&L est calculé en fonction des provisions mathématiques comme dans la formule 4.20. Celui-ci vaut 5,3%.

$$\%\text{relâchement année n} = \frac{PM_{n-1}}{PM_{n-1} + \sum_{i=0}^{60-n} PM_{n+i}^{\text{actualisée}}}. \tag{4.20}$$

Le *rollforward* de la CSM se retrouve en figure 4.24.

Rollforward CSM	
CSM ouverture	**11 309 634,0**
Delta juste valeur des actifs	885 924,4
Effet BEL lié aux changements économiques	(439 500,7)
Effet RA lié aux changements économiques	(30 737,4)
Effet des écarts d'expériences techniques	
dont primes et sinistres	538 654,3
Effet RA lié aux écarts d'expériences techniques	105 342,7
Effet BEL lié aux changements d'hypothèses techniques	(1 234 564,5)
Effet RA lié aux changements d'hypothèses techniques	-
Effet BEL lié aux changements d'hypothèses économiques	-
Effet RA lié aux changements d'hypothèses économiques	-
CSM avant amortissement	11 134 752,7
CSM amortie en P&L	(592 480,2)
CSM clôture	**10 542 272,5**

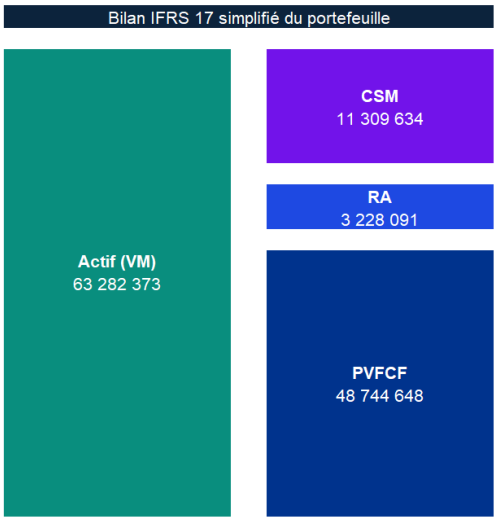
FIGURE 4.24 : *Rollforward* de la CSM pour la reconstitution du P&L IFRS 17

Grâce à l'analyse de mouvement reconstituée ci-dessus, le P&L peut être construit avec les éléments suivants :

- L'allocation de CSM en P&L équivaut à la CSM d'ouverture ajustée des différents impacts du *rollforward* multiplié par le taux de relâchement calculé au dessus ;
- Le relâchement du RA équivaut à la partie du *rollforward* sur le relâchement des *expected cash flows* concernant le RA ;
- Les *expected cash flows* concernent l'impact des relâchements de *cash flows* sur le BEL ;
- Les *incurred cash flows* concernent une information transmise par le client ;
- Le résultat d'investissement modélisé est de 885 924 €.

Au vu de la nature fictive du portefeuille de cette étude et des faibles montants présentés, la constitution de l'OCI dans la reconstitution des états financiers n'a pas été traitée.

Les états financiers issues des modélisations se retrouvent sur les figures 4.25.



(a) Bilan d'ouverture IFRS 17 modélisé

Income statment	
Insurance Service Result	1 814 135,9
Insurance Revenue	7 156 353,9
Allocation of CSM to P&L	592 480,2
Release of the RA	1 259 865,3
Expected CF	5 304 008,4
Insurance Expense	(5 342 218,0)
Incurred CF	(5 342 218,0)
Loss component & reversal of loss component	-
Investment Result	-
Investment income (IFRS 9)	885 924,4
Insurance Finance Expense	(885 924,4)
Net Income	**1 814 135,9**

(b) P&L IFRS 17 modélisé

FIGURE 4.25 : États financiers modélisés du portefeuille

Pour valider l'efficacité et l'exhaustivité des méthodes d'audits proposées dans ce chapitre, la comparaison des modélisations et des résultats client s'effectue dans le chapitre 5 de ce mémoire. Des études de sensibilité sur la PVFCF IFRS 17 seront également réalisées.

Chapitre 5

Exhaustivité et efficacité des méthodes d'audit

Dans les chapitres précédents, la modélisation du passif du client a été effectuée et des méthodes d'audit on été proposées sur la quasi totalité des concepts IFRS 17. Ces méthodes d'audit doivent être exhaustives (tous les risques sont couverts) et efficaces (toutes les anomalies sont détectées). Ce chapitre se dédie à vérifier ce point. Pour cela, des seuils de signification sont construits dans l'optique de comparer les résultats des modélisations et du client et des études de sensibilités sur la valeur du BEL sont réalisées pour vérifier que les simplifications effectuées lors du chapitre 4 ne sont pas significatives.

5.1 Construction de seuils de signification

Comme il a été vu au chapitre 1.2.3, les seuils de signification permettent de détecter les risques significatifs qui peuvent être des informations inexactes/insuffisantes/omises qui seules ou cumulées peuvent influencer le jugement de l'utilisateur de l'information financière et comptable (NEP, 2006).

Le jugement d'expert des auditeurs est sollicité lors de la détermination des différents seuils de signification. Les Normes d'Exercices Professionnelles (NEP) préconisent aux auditeurs de déterminer ces seuils à partie du résultat courant, du résultat net, du chiffre d'affaires, des capitaux propres ou de l'endettement net. Ce choix dépend du secteur d'activité de l'entreprise, de la structure des comptes de l'entité...(NEP, 2006). Dans le secteur des assurances, l'indicateur comptable généralement utilisé est les **fonds propres**, mais il est aussi possible de trouver le **résultat net avant impôts**. Dans cette étude l'hypothèse prise est le résultat net avant impôt car le bilan IFRS 17 considéré ne tient pas compte des fonds propres. En effet, ce mémoire se focalise sur les états financiers spécifiques à IFRS 17 et pas sur les éléments globaux comme les fonds propres.

Le compte de résultat du client se retrouve sur la figure 5.1.

Income statment	
Insurance Service Result	1 853 633,9
Insurance Revenue	7 195 851,9
Allocation of CSM to P&L	638 709,2
Release of the RA	1 259 294,3
Expected CF	5 297 848,4
Insurance Expense	(5 342 218,0)
Incurred CF	(5 342 218,0)
Loss component & reversal of loss component	-
Investment Result	-
Investment income (IFRS 9)	883 820,4
Insurance Finance Expense	(883 820,4)
Net Income	**1 853 633,9**

FIGURE 5.1 : P&L IFRS 17 client

La détermination du seuil de signification est essentielle car c'est elle qui permettra d'assurer la certification des comptes ou non. En effet, comme il a été vu au chapitre 1.2.3, en assurance, le seuil de planification est toujours d'environ 75% du seuil de signification et le seuil minimum d'anomalie de 45% du seuil de planification. Le seuil de signification lui, doit prendre en considération la situation du portefeuille (ex : groupes de contrats onéreux), la situation économique (ex : période de taux bas) et la connaissance de l'entité et des utilisateurs des états financiers par les auditeurs. Dans le cas d'une entreprise en difficulté où le risque d'anomalies significatives est plus élevé, une fourchette basse pour le seuil de signification sera retenu. Dans le cas de petite entité, un pourcentage de matérialité plus élevé peut être retenu du fait du risque plus réduit d'erreurs.

Dans la situation simplifiée de cette étude, le portefeuille se base sur les données d'un client sans difficulté financière et les contrats ne sont pas onéreux. Dans ce cas, après avoir effectué un *benchmarck* des seuils utilisés chez KPMG pour différents assureurs similaires, le seuil de signification est placé à 10 % du résultat net du client. Les seuils d'audit sont choisis comme le montre le tableau 5.1.

Seuil de signification	10% × résultat net	185 363
Seuil de planification	75% × Seuil de signification	139 022
Seuil minimum d'anomalie	5% × Seuil de planification	6 951

TABLE 5.1 : Seuils de signification

En fonction des pourcentages choisis, certaines anomalies peuvent être significatives ou non. Ce choix nécessite d'être effectué par des experts qui sont, dans le cas des audits des compagnies d'assurance, les auditeurs et non pas les actuaires.

5.2 Comparaison des modélisations avec les résultats clients

Les seuils de signification étant définis, l'objectif est de comparer les résultats des modélisations obtenus au chapitre 4 avec les résultats du client pour repérer les anomalies significatives. Le *bridge* puis les états financiers sont comparés.

5.2.1 Comparaison des *bridges*

Les modélisations effectuées au chapitre 4 ont permis d'obtenir les valeurs du BEL SII et du BEL IFRS 17. Pour reconstruire le *bridge* et le comparer à celui du client, il est possible de quantifier les effets des versements libres, frais, courbe des taux en terme de **volume sur le BEL**. Retrouver l'ordre de grandeur des effets volume est un moyen robuste de fiabiliser les méthodes utilisées et les résultats obtenus. Les effets seront étudiés en cumulés car ceux-ci peuvent ne pas être interdépendants. L'ordre de l'étude des différents effets peut être significatif sur les résultats.

L'ordre choisi dans cette étude est tel que l'impact de la courbe des taux sera étudié en dernier car ses effets dépendent des autres concepts (frais et versements libres).

Impact des versements libres

Sur le graphique 5.2 se retrouve la comparaison entre la loi de versements libres (utilisée pour les modélisations sous IFRS 17) et la loi d'indexation des primes (utilisée pour les modélisations sous SII).

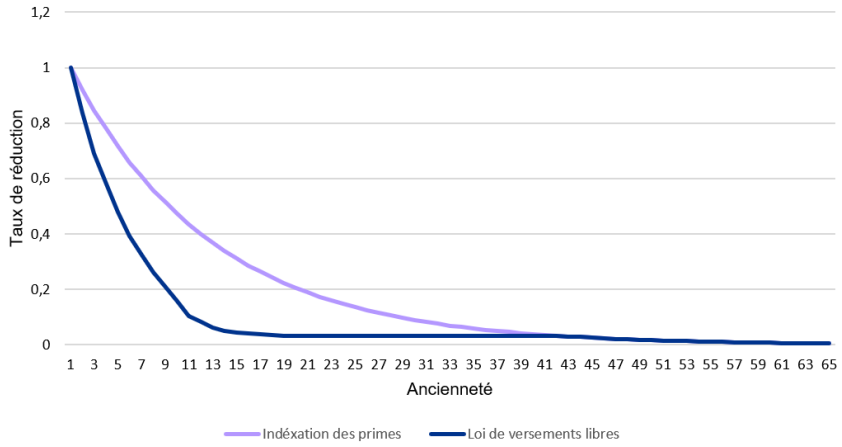


FIGURE 5.2 : Comparaison des lois de versements libres et primes

La loi de versements libres est plus "forte" que la loi d'indexation des primes ce qui peut s'expliquer par le fait que les versements libres sont constatés majoritairement en début de contrat et tendent vers zéro rapidement. Le somme des primes sur toutes les périodes est de 38 millions et la somme des primes plus versements libres est de 39 millions. L'écart n'est pas important du fait que la loi de versements libres est plus "forte" que la loi de primes.

On s'attend donc à ce qu'un BEL incluant les versements libres soit plus faible qu'un BEL sans versements libres. Entre le référentiel Solvabilité II et l'ajout des versements libres à ce référentiel, l'écart sur le BEL est de -220 701,47 €. Pour comprendre cet écart, celui-ci peut être rationalisé à l'aide d'une sensibilité comme l'indique la formule 5.1.

$$\begin{aligned}\Delta BEL &= BEL_{\text{SII}} - \frac{BEL_{\text{SII}}}{PM + VAN(Primes_{\text{avant VL}})} \times (PM + VAN(Primes_{\text{après VL}})) \\ &= 54\ 469\ 464{,}64 - \frac{54\ 469\ 464{,}64}{55\ 358\ 447 + 38\ 711\ 109{,}94} \times (55\ 358\ 447 + 39\ 360\ 451{,}24) \\ &= -375\ 990{,}64\ €\,.\end{aligned} \tag{5.1}$$

Le rapport entre le ΔBEL et la valeur du $BEL_{\text{SII+VL}}$ est de -0,7% et de -0,4% avec l'écart trouvé avec les modélisations.

Ce type de sensibilité lors des audits est intéressant pour se rassurer sur la présentation de certains éléments du client. Il est cependant normal de ne pas retomber sur les mêmes valeurs, l'objectif est de s'en rapprocher au maximum.

Le BEL avec versements libres est inférieur au BEL sans versements libres comme attendu.

Impact des frais attribuables

En prenant moins de frais en considération dans le calcul du BEL IFRS 17, on s'attend à ce que l'effet de la prise en compte des frais attribuables sur le BEL soit négatif. L'impact des frais attribuables sur le référentiel Solvabilité II + versements libres est de -1 230 167,05 € sur le BEL.

Comme précédemment, il est intéressant de rationaliser cet écart. Notamment, on s'attend à ce que l'effet sur le BEL des frais attribuables soit de l'ordre de l'effet sur la VAN des frais. On note :

$$\Delta\text{frais} = \text{VAN(Frais attribuables)} - \text{VAN(Frais totaux)},$$

et

$$\Delta\text{BEL} = BEL_{SII_{\text{VL+frais}}} - BEL_{SII_{\text{VL}}},$$

où $BEL_{SII_{\text{VL+frais}}}$ et $BEL_{SII_{\text{VL}}}$ sont les résultats des modélisations DEvent avec les différents paramètres appliqués.

On s'attend à ce que l'impact sur le BEL soit de

$$\Delta\text{BEL} \approx \Delta\text{frais}.$$

L'impact des frais attribuables sur la VAN des frais est de -1 329 434,95 € et l'impact sur le BEL de -1 230 167,05 € soit un écart relatif entre les deux de 8%. Ces résultats sont cohérents et le BEL est plus faible en ne prenant en compte que les frais attribuables.

Impact de la courbe des taux

Augmenter la courbe des taux d'une prime de liquidité implique d'augmenter le profit et donc diminuer la valeur du BEL. La courbe utilisée dans DEvent pour SII est la courbe EIOPA avec VA.

Avec les modélisations DEvent l'écart entre le référentiel Solvabilité II + Versements libres + Frais attribuables et le référentiel IFRS 17 est de - 4 273 948,12 € sur le BEL. Pour quantifier l'effet d'un changement de courbe des taux, on effectue une sensibilité sur la courbe SII (par exemple +20bps) et on effectue une règle de trois comme l'indique la formule 5.2.

$$\begin{aligned}\Delta BEL &= (BEL_{SII_{\text{VL+frais+courbe 20bps}}} - BEL_{SII_{\text{VL+frais}}}) \times \frac{PL}{20bps} \\ &= (51\ 193\ 176{,}92 - 53\ 018\ 596{,}12) \times \frac{0,6\%}{0,2\%} \\ &= -5\ 476\ 257{,}6\ €\,.\end{aligned} \tag{5.2}$$

Le rapport entre le ΔBEL et la valeur du $BEL_{\text{SII+VL+frais+courbe IFRS 17}}$ est de -11% et de -9% avec l'écart trouvé avec les modélisations. Cette écart est dû au fait que l'UFR diffère entre la courbe des taux SII (3,6%) et l'UFR de la courbe IFRS 17 (3,45%). De plus, les impacts ont été quantifié avec un UFR fixe.

La synthèse des valeurs du *bridge* est représentée sur la figure 5.3

	SII	SII + VL	SII + VL + Frais attribuables	SII + VL + Frais attribuables + Courbe des taux (IFRS 17)
VIF	5 000 046,0	5 236 196,0	6 552 475,0	11 125 598,0
BEL	54 469 465,0	54 248 763,0	53 018 596,0	48 744 648,0
MV (t=0)	63 282 373,0	63 282 373,0	63 282 373,0	63 282 373,0
PM (t=0)	55 358 447,0	55 358 447,0	55 358 447,0	55 358 447,0

FIGURE 5.3 : Synthèses des effets des spécificités IFRS 17

La comparaison des *bridges* entre le modélisé via DEvent et celui synthétisé du client se retrouve sur la figure 5.4.

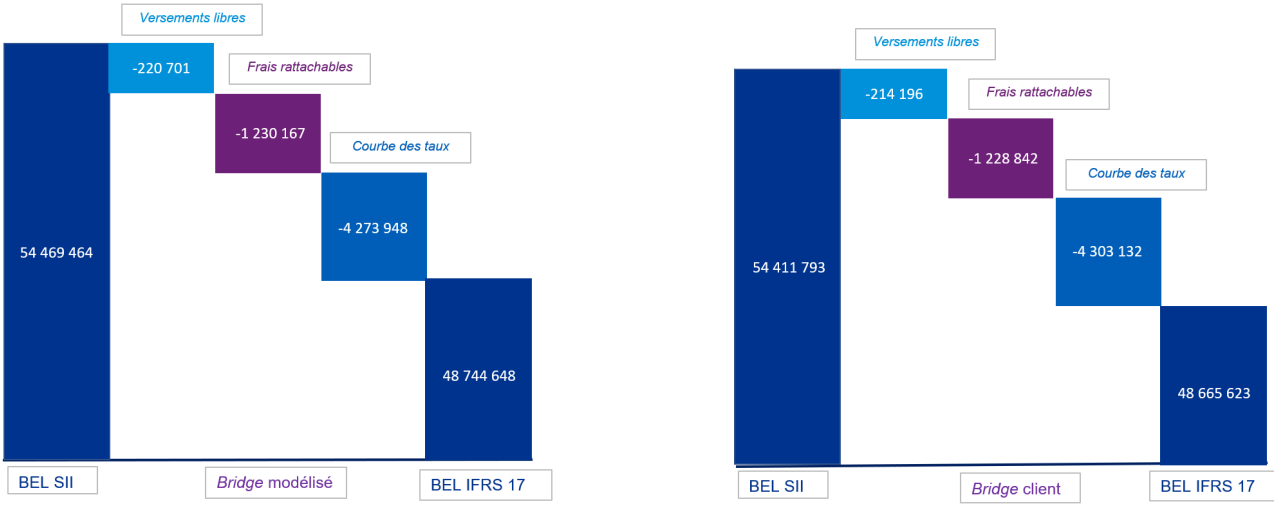


FIGURE 5.4 : Comparaison des *bridges* modélisé et client

Les écarts entre les deux *bridges* sont répertoriés dans le tableau 5.2.

Concept	Écart client - modélisé	Écart relatif
BEL SII	-57 671	0,11%
VL	6 505	3,04%
Frais	1 325	0,11%
Courbe des taux	-29 184	-0,68%
BEL IFRS 17	-79 025	0,16%

TABLE 5.2 : Écarts entre le *bridge* modélisé et le *bridge* client

Les valeurs entre le *bridge* modélisé et le *bridge* client sont du même ordre de grandeur. Cependant, trois écarts sont au dessus du seuil minimum d'anomalie. Cumulées ces trois différences ne dépassent pas le seuil de planification. Cependant, elles représentent des anomalies significatives et il est important de savoir d'où proviennent ces différences.

Les différences répertoriées dans le tableau 5.2 peuvent s'expliquer par plusieurs éléments :

– **La courbe des taux** : la courbe des taux simulée avec la maquette de KPMG est légèrement différente de la courbe du client. Les deux courbes sont représentées sur le graphique 5.5. La courbe du client est légèrement plus haute ce qui explique l'effet plus faible de celle-ci sur la valeur du BEL. Les différences entre les deux courbes s'expliquent par les différences d'implémentation des maquettes et par les simplifications effectuées lors de la réplication du calcul. La réplication de la courbe du client a été effectuée avec le même portefeuille d'actifs et la même méthode mais les paramètres peuvent différer. L'impossibilité d'accéder à la maquette client freine la recherche de ces différences. Des études de sensibilités sur les paramètres du calcul de la prime de liquidité seront effectués dans la suite. Cependant, il est possible d'utiliser la courbe fournie par le client en entrée de DEvent. On neutralise ainsi l'effet courbe des taux car l'écart passe de -29 184 € à -3 256 € avec l'effet constaté sur le *bridge* du client.

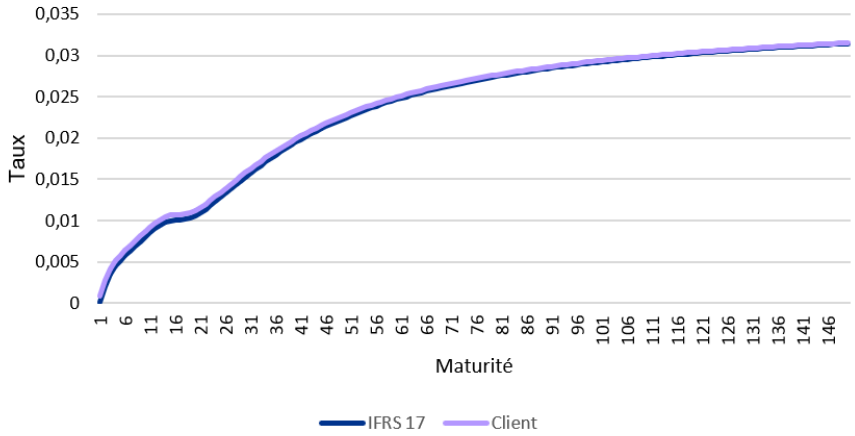


FIGURE 5.5 : Comparaison des courbes de taux modélisée et client

– **L'approximation du taux espéré pour les rachats dynamiques** : Comme il a été vu au chapitre précédent, l'approximation du taux espéré par l'assuré dans DEvent est effectué par une formule prenant en compte des variables liées à la concurrence, au TMG et au taux servi de l'année précédente. Le client, dans son modèle, a estimé le taux espéré par un pourcentage (déterminé par valeurs historiques) du taux de marché TME. Cette méthode implique d'avoir un taux espéré constant pour chaque assuré ce qui n'est pas représentatif de la réalité.

Il est recommandé au client de revoir sa méthode de détermination du taux espéré en cohérence avec son portefeuille et la réalité concurrentielle par exemple.
Le taux espéré dans DEvent varie pour les assurés entre -0,37% et 2,1% et est majoritairement à 2%. Le taux espéré chez l'assureur, est lui, de 0,0875% (soit 125% du TME au 31/12/2021). Ce taux est, pour la majorité des assurés du portefeuille, plus faible que celui implémenté dans DEvent. Cela implique que l'assureur constate moins de rachats et a donc un BEL plus faible (que ce soit en SII ou en IFRS 17) ;

- **Implémentation du GSE et du modèle ALM** : Les outils utilisés dans cette étude ne sont pas les mêmes que ceux du client. Des différences d'implémentation, de prise en compte de certaines spécificités sont inévitables. C'est ce qu'il a pu être remarqué sur l'approximation du taux espéré par exemple. D'autres fonctionnalités peuvent ne pas être implémentées de la même façon ce qui donnent des résultats différents ;
- **Tables de mortalité** : Par simplification, les tables de mortalité TF-002 et TH-002 ont été utilisées car la table d'expérience du client n'était pas à notre disposition. Cette simplification joue dans les différences entre les valeurs modélisées et celles du client ;
- **Adaptation des *model points* :** L'adaptation des *model points* au modèle ALM DEvent peut également faire partie des raisons qui expliquent les différences entre les valeurs modélisées et celles du client. En effet, il est possible de rappeler qu'il a fallu demander une approximation des taux de frais de rachats, décès et administratifs en pourcentage de la PM puisque le client utilisait des coûts unitaires. Pour finir, les âges ont été plafonnés à 105 ans ce qui n'était pas le cas dans les *model points* fournis. L'étude de ce dernier impact sera vu plus bas dans ce chapitre.

5.2.2 Comparaison des états financiers

Comparaison des P&Ls

Dans cette section la comparaison du P&L modélisé et celui du client va être effectuée. Les états financiers sont des documents importants qui doivent obligatoirement être fiables. Dans cette partie, nous allons voir si les différences évoquées dans la partie précédente ont un impact significatif sur les états financiers.

La comparaison des P&L IFRS 17 se retrouve sur la figure 5.6.

Income statment	
Insurance Service Result	1 814 135,9
Insurance Revenue	7 156 353,9
Allocation of CSM to P&L	592 480,2
Release of the RA	1 259 865,3
Expected CF	5 304 008,4
Insurance Expense	(5 342 218,0)
Incurred CF	(5 342 218,0)
Loss component & reversal of loss component	-
Investment Result	-
Investment income (IFRS 9)	885 924,4
Insurance Finance Expense	(885 924,4)
Net Income	**1 814 135,9**

(a) P&L IFRS 17 modélisé

Income statment	
Insurance Service Result	1 853 633,9
Insurance Revenue	7 195 851,9
Allocation of CSM to P&L	638 709,2
Release of the RA	1 259 294,3
Expected CF	5 297 848,4
Insurance Expense	(5 342 218,0)
Incurred CF	(5 342 218,0)
Loss component & reversal of loss component	-
Investment Result	-
Investment income (IFRS 9)	883 820,4
Insurance Finance Expense	(883 820,4)
Net Income	**1 853 633,9**

(b) P&L IFRS 17 client

FIGURE 5.6 : Comparaison des P&Ls

Les écarts entre les deux P&Ls sont répertoriés dans le tableau 5.3.

Concept	Écart client - modélisé	Écart relatif
Allocation of CSM to P&L	46 229	-7,72%
Release of the RA	-571	-0,29%
Expected CF	-6 160	0,22%
Insurance expense	0	0%
Investment result	-2 104	0,19%

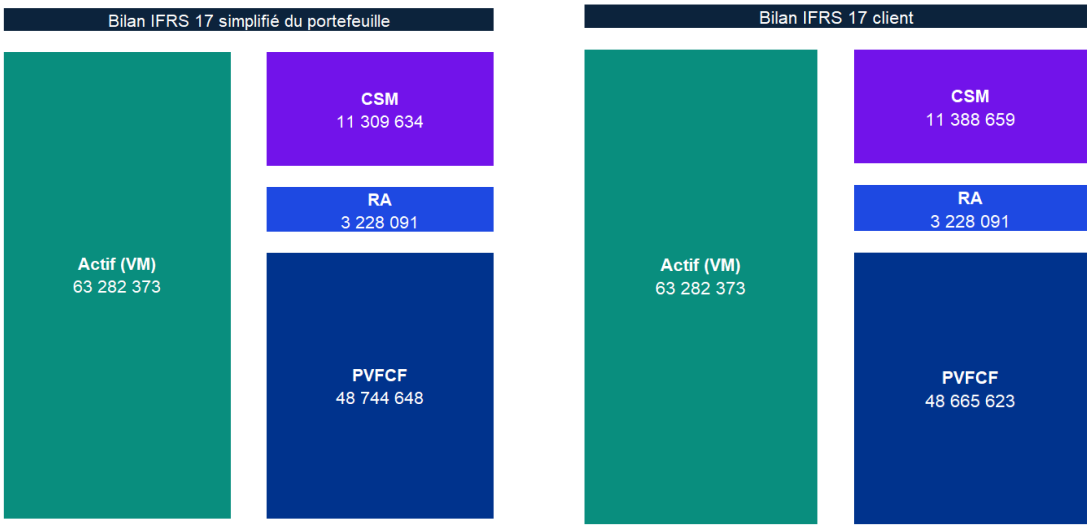
TABLE 5.3 : Écarts entre le P&L modélisé et le P&L client

Les valeurs entre le P&L modélisé et le P&L client sont du même ordre de grandeur. Cependant, un écart est au dessus du seuil minimum d'anomalie. Cet écart se justifie par les différences de calcul de la CSM de transition comme il sera vu plus bas et des hypothèses prises pour la constitution des états financiers.

Comparaisons des bilans

Dans cette section la comparaison du bilan d'ouverture modélisé et celui du client va être effectuée.

La comparaison des bilans d'ouverture IFRS 17 se retrouve sur la figure 5.7.



(a) Bilan IFRS 17 modélisé (b) Bilan IFRS 17 client

FIGURE 5.7 : Comparaison des bilans IFRS 17

Les écarts entre les deux bilans sont répertoriés dans le tableau 5.4.

Concept	Écart client - modélisé	Écart relatif
Actifs	0	0%
CSM	-79 025	-0,6%
RA	0	0%
BEL	-79 025	0,16%

TABLE 5.4 : Écarts entre le bilan modélisé et le bilan client

Les valeurs entre le bilan modélisé et le bilan client sont du même ordre de grandeur. Cependant, les différences entre le BEL et la CSM sont significatives.

Les différences entre les P&Ls et les bilans peuvent s'expliquer d'une part, par les éléments citées lors de l'explication des différences entre les *bridges* et d'autre part par :

- **Valeur du BEL IFRS 17 :** Comme il a été vu précédemment, la valeur du BEL IFRS 17 diffère entre celle modélisée et celle du client. Cette différence entraîne une analyse de mouvement différente et donc un résultat IFRS 17 différent ;
- **Maquettes miroirs :** La réplication du calcul de la CSM via la maquette miroir a engendré des simplifications qui expliquent les différences entre les P&Ls. Ces simplifications résident notamment dans le calcul de la VIF de transition. En effet, dans cette étude la VIF a été calculée par une méthode dite "indirecte".
  Pour le RA, la simplicité de la méthode et le peu de paramètres engendrés pour le calcul avec la maquette miroir impliquent d'avoir une correspondance exacte dans le résultat ;
- **Hypothèses pour la construction des états financiers :** Les hypothèses pour la construction du P&L IFRS 17 comme le pourcentage de relâchement en P&L de la CSM ou le taux de désactualisation (dû au fait que les courbes de taux sont différentes) peuvent différer et donc impacter les résultats des états financiers.

5.2.3 Conclusion sur les comparaisons

Les tableaux 5.5, 5.6 5.7 permettent de résumer les différences significatives entre les éléments modélisés dans le chapitre précédent et les valeurs du client.

Concept	**Écart significatif**
BEL SII	-57 671
Courbe des taux	-29 184
BEL IFRS 17	-79 025
Somme algébrique (valeur absolue)	**165 880**

TABLE 5.5 : Récapitulatif des écarts significatifs sur le *bridge*

Concept	**Écart significatif**
CSM	-79 025
BEL IFRS 17	-79 025
Somme algébrique (valeur absolue)	**158 050**

TABLE 5.6 : Récapitulatif des écarts significatifs sur le bilan d'ouverture

Concept	**Écart significatif**
Allocation de la CSM en P&L	46 229
Somme algébrique (valeur absolue)	**46 229**

TABLE 5.7 : Récapitulatif des écarts significatifs sur le P&L

La somme algébrique en valeur absolue des différences significatives dépasse le seuil de planification pour le *bridge* et le bilan et ne le dépasse pas pour le P&L. Ces dépassement sont expliqués par les éléments cités précédemment. Il est important de noter que ces différences significatives sont liées aux nombreuses simplifications effectuées lors des modélisations et surtout à la différence des outils utilisés. La complexité du modèle ALM et du GSE peut ne pas être adaptée à celle des outils du client. C'est pour cela, et au vu du peu de donnée à disposition, qu'aucun avis sur la certification des comptes ne peut être émis.

5.3 Études de sensibilités

Les études de sensibilités sont majoritairement utilisées dans les missions d'audit. Celles-ci permettent d'une part, de vérifier que les mouvements de BEL sont cohérents avec les hypothèses en entrée du modèle mais aussi que les simplifications effectuées pour modéliser le passif du client n'ont pas un impact significatif sur les résultats.

5.3.1 Sensibilités non économiques

Les sensibilités non économiques vont être effectuée via le modèle ALM DEvent et vont concerner les points suivants :

- La loi de versements libres ;
- La loi de rachats structurels et dynamiques ;
- Les tables de mortalité ;
- Les frais ;
- L'agrégation des *model points*.

L'impact de la prise en compte de la réserve de capitalisation sur la CSM de transition sera également traité en fin de cette partie.

Sensibilité sur la loi de versements libres

On opère une sensibilité de +10% et -10% sur la loi de versements libres puis on étudie l'impact de sa suppression sur le BEL. Le tableau 5.8 résume les différents impacts sur le BEL et sur la VIF. Un effet de symétrie est attendu sur les sensibilités +10%/-10%.

Sensibilité	**Impact BEL**	**Impact VIF**
+10%	-104 640	+167 155
-10%	+104 635	-167 145
Sans loi	-161 772	+173 097

TABLE 5.8 : Sensibilité sur la loi de versements libres

Effectuer une sensibilité de +10%/-10% a un impact significatif sur la valeur du BEL et de la VIF. Un effet de symétrie se retrouve bien et la valeur du BEL évolue logiquement avec la sensibilité opérée.

Les résultats sont sensibles à une variation de la loi de versements libres. Lors des audits, il donc important de vérifier la pertinence et la cohérence de celle-ci.

Sensibilité sur les lois de rachats

On opère une sensibilité de +10% et -10% sur la loi de rachats structurels puis on étudie l'impact de sa suppression sur le BEL.

À la suite de l'étude de *backtesting* effectuée par le client sur les taux de rachats structurels (cf. chapitre 4.2.2) on effectue une augmentation de 10% sur la loi pour étudier l'impact sur le BEL et la VIF. Le tableau 5.9 résume les différents impacts sur le BEL et sur la VIF.

Sensibilité	**Impact BEL**	**Impact VIF**
+10%	+154 877	-253 157
-10%	-158 732	+253 563
Sans loi	-5 484 726	+5 868 658

TABLE 5.9 : Sensibilité sur la loi de rachats structurels

Les sensibilités de +10% et -10% sur la loi de rachats structurels ont un impact significatif sur la valeur du BEL et de la VIF.

De plus, l'augmentation de 10% sur la loi de rachats structurels permet, à l'aide d'une règle de trois, de voir si l'impact des écarts présentés dans l'étude de *backtesting* (cf. chapitre 4.2.2) est significatif. Pour matérialiser l'impact, on utilise la formule 5.3.

$$\begin{aligned} \text{Impact écart } \textit{backtesting} &= \frac{\text{Impact augmentation 10\%}}{\text{amplitude sensibilité}} \times \text{écart } \textit{backtesting} \\ &= \frac{154\ 877}{10\%} \times \text{écart } \textit{backtesting}. \end{aligned} \tag{5.3}$$

Les résultats sont synthétisés dans le tableau 5.10.

Écart *backtesting*	**Impact BEL**
1,6%	24 780
0,6%	9 293
1,2%	18 585
0,9%	13 939
Somme	**66 597**
Impact moyen BEL	**16 649**

TABLE 5.10 : Sensibilité sur la loi de rachats structurels

Les écarts de l'étude de *backtesting* ont un impact significatif sur le BEL. Cela implique que l'entité doit revoir la calibration de sa loi de rachats structurels pour que celle-ci soit plus cohérente avec le portefeuille.

Pour la loi de rachats dynamiques, les lois plafond et plancher (rappelées sur le graphique 5.8) sont utilisées en *input* de DEvent. Les résultats sont résumés dans le tableau 5.11.

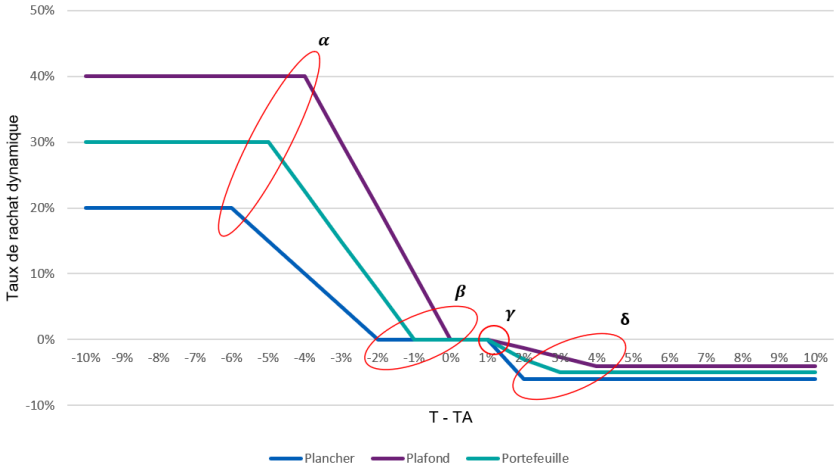


FIGURE 5.8 : Indication sur les lois de rachats dynamiques plancher et plafond

Sensibilité	Impact BEL	Impact VIF
Loi plafond	+190 825	-204 182
Loi plancher	-341 151	+352 654
Sans loi	-7 453 654	+7 643 210

TABLE 5.11 : Sensibilité sur la loi de rachats dynamiques

Les sensibilités sur la loi de rachats dynamiques font évoluer la valeur du BEL logiquement (moins du rachats impliquent moins de provision). La valeur du BEL est également très sensible aux variations sur la loi de rachats dynamiques. C'est un point à étudier avec attention lors des audits. Aucune symétrie ne se démarque dans ces résultats de part le caractère dynamique de ce comportement.

Sensibilité sur les tables de mortalité

On opère une sensibilité de +10%/-10% sur les taux de décès des tables de mortalité TH-002 et TF-002. On s'attend également à un effet de symétrie sur cette hypothèse. Les résultats se trouvent dans le tableau 5.12.

Sensibilité	Impact BEL	Impact VIF
+10%	+27 795	-44 402
-10%	-27 809	+44 423

TABLE 5.12 : Sensibilité sur les tables de mortalité

Les impacts sur le BEL des variations de taux de décès sont également significatifs. En prenant une hypothèse standard (tables TH-002 et TF-002) à la place de l'hypothèse du client, les seuils d'audit sont déclenchés alors qu'ils ne l'auraient peut-être pas été avec l'hypothèse du client. Les tables de mortalité "standard" ont un impact significatif sur le BEL. Cela implique, dans des conditions réelles de l'audit de ce portefeuille, de devoir prioriser la demande et l'audit de la table de mortalité du client.

Sensibilités sur les frais

On opère également une variation de +10% et -10% sur le taux de frais attribuables. Les résultats se trouvent dans le tableau 5.13.

Sensibilité	Impact BEL	Impact VIF
+10%	+465 350	-587 445
-10%	-498 009	+487 423
Sans	-1 719 974	+1 840 372

TABLE 5.13 : Sensibilité sur le taux de frais attribuables

La sensibilité effectuée sur le taux de frais attribuables a un impact significatif sur la valeur du BEL. Cependant l'impact de cette sensibilité est plus élevé que sur les autres hypothèse. Le taux de frais attribuable est une nouveauté sous IFRS 17 qu'il est important d'étudier lors des audits. De plus, supprimer les frais implique de faire exploser la valeur de la VIF ce qui est logique car supprimer les frais permet d'augmenter le profit de l'entité.

Dans le chapitre 4.3.1, une erreur dans les modélisations client a été repérée au niveau du coût unitaire appliqué en entrée de son modèle ALM. Le client avait entré un coût unitaire de 60 € au lieu de 90 €, ce qui impacte le résultat. Le taux de frais en pourcentage de la PM passe de 0,6% à 0,9% en entrée du modèle DEvent. L'impact sur le BEL est de +6 986,08 € et l'impact sur la VIF de -6 742,45 €. L'impact de cette erreur est significative sur le résultat du BEL.

À la suite de cette erreur, le client a modifié les entrées de ses modélisations. Il lui a également été conseillé de modifier son plan de contrôles pour vérifier que toutes les entrées correspondent aux lois de paramétrage en ajoutant, par exemple, le contrôle sur les coûts unitaires présenté au chapitre 4.3.1.

Impact de l'agrégation des *model points*

Dans cette sous-section, l'impact du choix de l'agrégation des *model points* va être étudié. En étudiant la base ligne à ligne récupérée du client, il est possible de remarquer qu'en agrégeant les *model points* comme expliqué dans le chapitre précédent, le nombre de lignes passe pour les passifs de 1142 lignes à 140.

En lançant le modèle ALM DEvent avec cette base non agrégée, le temps de calcul du modèle augmente, passant de 5 minutes à 45 minutes.

Le BEL passe de 48 747 543 € à 48 744 648 € soit un écart entre les deux valeurs de -2 895 € et un écart relatif de -0,006%. Cet écart n'est pas significatif ce qui implique que l'agrégation choisie pour l'application des méthodes d'audit n'engendre pas de perte d'informations et est acceptable. Cependant, il est important de noter que cette agrégation n'a pas un impact significatif sur la valeur du BEL car le portefeuille fictif à disposition ne contient que très peu de données (722 contrats) et les montants sont relativement faibles par rapport à un portefeuille réel. L'agrégation des données peut avoir un fort impact sur les résultats dans certains cas et c'est une étape qui doit être attentivement étudiée lors des audits et documentée du côté du client.

Disposant de la base ligne à ligne (LaL) du client, dans cette sous-section sont étudiés différentes agrégations possibles et leurs impacts sur le BEL. Les résultats sont synthétisés dans le tableau 5.14.

Agrégation passif	Agrégation actif	BEL	VIF
LaL	Année de maturité × Notation	49 356 214,05	10 547 369,48
Année de souscription × Année de naissance	Année de maturité × Notation	40 521 786,36	5 987 412,58

TABLE 5.14 : Sensibilité sur l'agrégation des *model points*

Il est possible de remarquer que des *model points* très agrégés comme dans le deuxième cas du tableau ci-dessus ont un impact significatif sur la précision des résultats du BEL et de la VIF. Des études de sensibilités sur les agrégations des données comme réalisées dans cette sous-section sont essentielles pour vérifier que les résultats ne sont pas faussés par des regroupements trop importants. Lors des audits, ces études peuvent être demandées au client.

Pour finir, comme il a été vu au chapitre 4.2.2, dans les *model points* transmis l'âge des assurés n'était pas plafonné à 105 ans comme le précisait la documentation. En laissant les âges comme tels dans les *inputs* DEvent, l'impact sur le BEL est de +1 132,45 et l'impact sur la VIF de -987,73. L'impact n'est pas significatif sur les résultats.

Impact de la réserve de capitalisation sur la CSM de transition

Le but de cette section est d'étudier le potentiel impact de la prise en compte de la réserve de capitalisation dans le calcul de la CSM de transition dans la méthode MRA. Une des méthodologies possible consiste à exclure de la CSM à l'origine l'ensemble des dotations / reprises en réserve de capitalisation qui ont eu lieu entre 1997 et 2021. Dans un deuxième temps, les dotations / reprises seront reconnus en CSM au rythme d'amortissement des *coverage units* selon l'année de leur réalisation. L'historique des variations de dotations / reprises en réserve de capitalisation a été demandé au client. L'historique est illustré sur la figure 5.9.

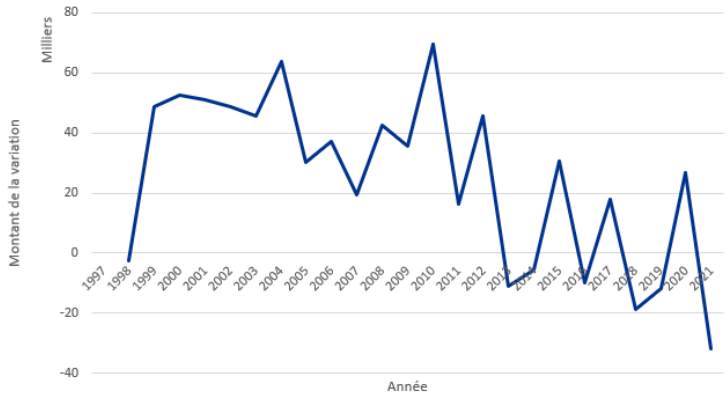


FIGURE 5.9 : Historique des variations de dotations / reprises en réserve de capitalisation

La prise en compte de la réserve de capitalisation dans la maquette miroir a un impact de -10 628 € sur la CSM de transition. L'impact est significatif et la réserve de capitalisation ne doit pas être négligée dans le calcul de la CSM de transition.

5.3.2 Sensibilités économiques

Dans cette section sont réalisées les études de sensibilités sur la courbe des taux en entrée du modèle ALM et sur les paramètres de cette courbe.

On opère une sensibilité de +20bps/-20bps sur la courbe en entrée du modèle et la courbe EIOPA avec VA sera aussi utilisée. Les résultats se retrouvent dans le tableau 5.15.

Sensibilité	**Impact BEL**	**Impact VIF**
+20bps	-1 661 105	+1 777 384
-20bps	+1 744 377	-1 866 482
EIOPA avec VA	+4 273 948	-4 573 122

TABLE 5.15 : Sensibilité sur la courbe des taux IFRS 17

Les sensibilités opérées sur la courbe des taux ont un impact significatif sur la valeur du BEL.

Pour finir, des sensibilités sur les paramètres de calcul de la prime de liquidité de la courbe IFRS 17 sont effectuées. Cela permet de vérifier que les simplifications effectuées pour le recalcul de la courbe ne sont pas significatives. Les résultats se retrouvent dans le tableau 5.16.

Sensibilité	**Prime de liquidité**	**Impact BEL**	**Impact VIF**
Intensité = 2	0,58%	+3 219	-4 534
Intensité = 0	0,62%	-2 453	+5 642
Duration des passifs = 55%	0,7%	-2 726 137	+2 547 654
Duration des passifs = 45%	0,48%	+3 463 343	-3 706 195

TABLE 5.16 : Sensibilités sur les paramètres de calcul de la prime de liquidité de la courbe IFRS 17

Ces résultats démontrent que le coefficient d'intensité n'a pas d'impact significatif sur la valeur du BEL (et sur la prime de liquidité) et que des simplifications peuvent être réalisées en cas de manque d'information de la part du client.

Concernant le coefficient d'ajustement de la duration du passif, celui-ci a un impact important sur la valeur du BEL. Ce coefficient nécessite d'être recalculé par les auditeurs et ne peut pas être simplifié. Ce cas illustre qu'il est impératif de demander certaines informations aux clients dans le cadre des audits du moment ou elles sont structurantes dans les calculs avec des impacts matériels.

En synthèse, les études de sensibilités ont permis de démontrer que le BEL était sensible à une variation sur la loi de versements libres, de rachats structurels, de rachats dynamiques mais également sensible à une variation sur le taux de frais attribuables, les tables de mortalité et la courbe des taux. Ces éléments sont des éléments d'audit prioritaires qui peuvent impacter significativement les résultats.

5.4 Conclusions d'audit

Dans cette section, les conclusions d'audit et les recommandations sur les données et hypothèses du client à notre disposition sont synthétisées.

5.4.1 Les hypothèses de modélisation IFRS 17

Loi de versements libres La loi de versements libres construite pour la norme IFRS 17 doit être soumise à des études de *backtesting* dans le futur pour prouver son adéquation avec le portefeuille. De plus, la volatilité de la loi de versements libres structurels doit être analysée avec précision.

Des pistes de réflexions pour la construction d'une loi de versements libres dynamiques doivent être initiées.

Lois de rachats Une étude doit être réalisée pour prouver que la loi de rachats dynamiques préconisée par l'ACPR sous Solvabilité II est toujours cohérente et pertinente sous IFRS 17. Sous ce nouveau référentiel qu'est IFRS 17, les lois peuvent notamment être ajustées en fonction de la granularité du portefeuille (par produits ou par périmètres par exemple). De plus, il est recommandé au client de revoir sa méthode de détermination du taux espéré en cohérence avec son portefeuille et la réalité concurrentielle par exemple.

Les études de *backtesting* de la loi de rachats structurels montrent une sous-estimation des taux sur les quatre dernières années. Une augmentation de 10% sur la courbe à un impact significatif de 154 877 € sur le BEL. Les écarts de taux trouvés dans l'étude de *backtesting* sont significatifs sur les résultats. La loi nécessite d'être revue au plus juste pour ne pas biaiser les résultats et ne pas sous-estimer les taux de rachats. Des études de sensibilités sont recommandées au client pour trouver le bon coefficient d'augmentation à appliquer sur la loi de rachats structurels.

Taux de frais attribuables Le taux de frais attribuables fixé à 60% nécessite d'être justifié par des études sur les frais historiques. Une étude plus détaillée sur le choix de ce taux est attendue pour le prochain exercice. De plus, ce taux pourrait être calibré en fonction de la granularité du portefeuille (par produits, par exemple).

5.4.2 Les données de modélisation IFRS 17

L'agrégation des *model points* doit faire l'oeuvre d'une étude sur les impacts sur le BEL et la CSM.

L'âge des assurés doit être plafonné en cohérence avec la documentation technique même si l'impact de ce plafonnement n'est pas significatif (1 132,45 € sur le BEL). Pour éviter ces erreurs opérationnelles, l'entité peut intégrer des contrôles dans le code du modèle (par exemple, effectuer le calcul si et seulement si l'âge de l'assuré est inférieur à 106 ans).

5.4.3 Le calcul du RA

L'ajout d'un choc sur les versements libres pourrait être considéré par l'entité pour être en cohérence avec l'intégration de ceux-ci dans les modélisations IFRS 17.

5.4.4 Le calcul de la CSM de transition

La méthode FRA sur les données les plus récentes pourrait être mise en place. De plus, la réserve de capitalisation doit être intégrée dans le calcul de la CSM de transition car celle-ci à un impact significatif sur la valeur finale de l'agrégat (-10 628 €).

5.4.5 Plan de contrôles

Le plan de contrôle de l'entité doit être revu et complété pour être plus robuste. Des exemples de contrôles à ajouter sont décrits dans ce mémoire (contrôle de convergence des scénarios stochastiques, cadrage des montants en entrée de modèle et en sortie, écart de convergence, étude de la chronique de PM et de PB...). Notamment, en effectuant un contrôle sur les taux de frais attribuables, il a été possible de déceler une erreur opérationnelle dans les entrées du modèle ALM client. Cette erreur à un impact significatif sur les résultats (6 986,08 € sur le BEL).

Les recommandations synthétisées ci-dessus sont des éléments à suivre par les auditeurs lors des prochains exercices.

5.4.6 Dépassement des seuils

Bien que peu d'informations étaient à disposition pour réaliser cette étude, les méthodes d'audit mises en place dans ce mémoire ont permises de déceler trois anomalies significatives et une anomalie non significative. Le tableau 5.17 résume ces différents éléments.

Concept	Impact significatif BEL / CSM
Écarts moyens *backtesting* loi rachats structurels	+16 649
Plafonnement âge 105 ans	+1 132
Coût unitaire 90 €	+6 986
Réserve de capitalisation CSM	-10 628
Somme algébrique (valeur absolue)	**+13 007**

TABLE 5.17 : Récapitulatif des écarts significatifs

Ces éléments ne dépassent pas le seuil de planification. Cependant, la certification des comptes n'est pas absolue au vu du manque d'informations importantes et des limites de nos méthodes d'audit.

En effet, dans le cadre réel d'un audit, les entités peuvent donner des accès aux outils de modélisation dans certains cas. Cela permet aux auditeurs de faire des recalculs et de se rassurer sur la correcte valeur des montants présentés par l'entité. Si les outils de calculs ne sont pas à disposition, les sorties de modèle et du GSE sont essentielles pour appliquer des contrôles de cohérence comme il a pu être vu dans le chapitre 4. Lors des missions d'audit, le client doit pouvoir répondre aux requêtes des auditeurs s'ils ont besoin de plus d'informations. Ces conditions n'étant pas réunies dans la réalisation de ce mémoire, une opinion sur les comptes ne peut pas être émise. Cependant, ce mémoire a permis de construire un processus d'audit permettant d'appréhender au mieux les missions d'audit et de donner des exemples de contrôles clés à réaliser lors des missions.

5.5 Limites de l'étude

5.5.1 Périmètre de l'étude

Lors des missions d'audit, les échanges avec le client sont essentiels pour la prise d'information, la demande de fichiers, d'outils etc. Dans le cadre de ce mémoire, les informations fournies pas le client étaient limitées. Avec l'accès à plus de données, d'autres procédures et contrôles auraient pu être réalisés (comparaison des sorties de modèle, comparaison des données et des résultats avec les années

précédentes, sensibilité sur les simplifications comme la table de mortalité, amélioration des réplications des calculs...).

5.5.2 Les données et hypothèses

Dans le cadre de ce mémoire, les données transmises par un assureur français ont été simplifiées et anonymisées. Cela implique de ne pas appliquer le processus d'audit sur un environnement complet et réel d'un assureur. Les simplifications ont été les suivantes :

- Pas de prise en compte de l'effet ***Bow-Wave*** : en réalité, encore quelques assureurs ne prennent pas en compte cet effet. Cependant, lors des audits, c'est un point spécifique à IFRS 17 qu'il est nécessaire d'auditer ;
- Pas de prise en compte de la **réassurance** : la réassurance a un impact non négligeable sur les résultats qu'il est nécessaire d'auditer ;
- **Granularité** simplifiée : les données transmises ne concernaient qu'un seul portefeuille IFRS 17 de l'assureur. Bien que celui-ci soit en effet constitué d'un unique groupe de contrats sans cohortes, cela implique de ne pas travailler sur une granularité fine. Cela donne une appréciation des résultats de haut niveau seulement. La granularité est un enjeu important sous IFRS 17 qui peut impacter la constitution des seuils d'audit et la répartition des résultats comme la PB ou la CSM qui sont généralement calculés à un niveau global et ensuite répartis en fonction de la granularité ;
- Pas de traitement de contrats **onéreux** : les contrats onéreux n'ont pas les mêmes enjeux en matière de constitution des états financiers que les contrats profitables (comme vus au chapitre 3.3.1). Dans cette étude, seuls des contrats profitables ont été considérés ;
- Audit du modèle **VFA** : le mémoire se concentre sur un portefeuille éligible au modèle VFA. Les points d'audits spécifiques au modèle BBA et PAA n'ont pas été abordés. Ces différents modèles peuvent se différencier, par exemple, au niveau de leurs spécificités de modélisation ou au niveau du calcul du BEL.

Ces simplifications sont des limites au processus d'audit construit qui ne fait pas référence aux éléments cités ci-dessus. Prendre en compte toutes ces simplifications peut avoir un enjeu sur la détermination des seuils d'audit ou les technicités de modélisation.

5.5.3 Démarche adoptée

Le but de ce mémoire était d'une part, de proposer un processus d'audit pour un assureur épargne éligible au modèle VFA et d'autre part, de l'appliquer sur des données client.

Pour le premier point, la démarche adoptée à tout d'abord été d'identifier les risques d'audit du modèle VFA et de construire un processus en conséquence pour couvrir ces risques. Les limites du processus construits sont qu'il se focalise sur le modèle VFA et que c'est un processus global. Celui-ci nécessite d'être adapté à chaque assureur et à ses spécificités. De plus, l'environnement économique peut avoir des conséquences sur le processus d'audit (modifications des éléments prioritaires à revoir en fonction d'une période de taux bas par exemple). Ces éléments auraient pu être traités. Dans ce mémoire, un seul processus général aux principes communs d'IFRS 17 est présenté.

Pour l'application du processus, comme il a été dit, les données étaient limitées. La démarche a consisté à modéliser le passif du client à l'aide des outils à disposition de KPMG, puis de donner des exemples de contrôles à appliquer sur les outils, les sorties de modèle etc (ne disposant pas de ceux du client).

Les limites de cette démarche sont que la complexité des outils de KPMG (GSE, modèle ALM) peut ne pas être adaptée à celle de ceux du client. Les recalculs effectués peuvent donner une première idée de la correcte valeur des données du client ou non. Cependant des simplifications ont été effectuées. Certaines hypothèses non connues ont été remplacées par des hypothèses standards (par exemple pour la table de mortalité). Cela peut avoir un effet significatif sur les résultats. Il est donc impossible d'émettre des conclusions d'audits. L'accès aux outils du client aurait pu permettre d'adapter les outils de KPMG pour effectuer des recalculs plus robustes.

5.5.4 Tests et contrôles réalisés

Avec les éléments à disposition, des exemples de contrôles ont pu être réalisés sur les sorties des outils (GSE, modèle ALM) et il a été possible de simuler un *bridge* et les états financiers du client.

Les seuils de significations pour effectuer les comparaisons client et relever les erreurs significatives ont été choisis en effectuant un *benchmarck* pour des assureurs similaires. Cependant, ceux-ci doivent être adaptés au client plus finement (situation économique et financière, granularité des données...).

Avec ces seuils, des erreurs ont pu être remontées comme significatives. Il faut cependant noter qu'un réel avis sur les comptes du client ne peut pas être prononcé car beaucoup de données ne sont pas à notre disposition et des contrôles supplémentaires nécessite d'être réalisés (notamment tous les contrôles de sortie de modèle à effectuer sur les sorties du client).

Conclusion

La norme IFRS 17 pour les contrats d'assurance entrera en vigueur le 1er janvier 2023. Par l'apport de ses nombreuses nouveautés, l'implémentation de cette norme aura été un défi mondial pour les assureurs. Les processus de contrôles, les systèmes de gestion, la collecte des données et les outils de modélisation ont dû être revus pour respecter les exigences de cette nouvelle norme.

Les techniques actuarielles inclues dans les spécificités IFRS 17 impliquent de solliciter les actuaires dans les processus de certification des comptes. Certains actuaires auront aujourd'hui une nouvelle facette qui est celle de l'auditeur.

Pour mener au mieux ces missions d'audit, les actuaires devront faire un travail important de compréhension de la norme et d'identification des risques. Dans ce mémoire, il a été vu que des risques de fraude et de non détection des anomalies existent. Les particularités du modèle VFA impliquent des risques lors de la détermination de l'éligibilité au modèle, lors de la combinaison et séparation des composantes, lors du calcul du BEL et du calcul de la CSM. Ce mémoire s'est dédié à proposer un processus d'audit pour le périmètre VFA ainsi qu'un plan de contrôles et des exemples de procédures substantives pour couvrir ces risques.

Il a été vu que les missions d'audit peuvent être freinées d'une part, par l'accès aux outils et informations du client et d'autre part, par le temps de réalisation des contrôles et procédures substantives pour des missions restreintes dans le temps. Les actuaires peuvent challenger les résultats du client à l'aide de leurs propres outils en effectuant des simplifications. C'est ce qui a été réalisé dans ce mémoire en modélisant le passif d'un client.

Pour valider cette étape de modélisation, l'étude de l'impact des simplifications effectuées sur le BEL a été réalisée. Notamment, dans le cas du portefeuille épargne étudié, il a été vu que les agrégats bilantiels et plus particulièrement le BEL étaient très sensibles aux variations de la courbe des taux, de la loi de versements libres, de rachats et des tables de mortalité. Cependant, les simplifications sur les frais, l'âge plafond des assurés ou encore les paramètres de la courbe des taux ont permis d'accélérer les travaux d'audit sans perte d'informations et en obtenant des résultats cohérents avec ceux du client. Des hypothèses standards comme les tables de mortalité TH-002 et TF-002 ont été prises pour compenser les hypothèses inconnues. Dans le cas de la table de mortalité, cette simplification a un impact significatif sur la valeur du BEL. La simplification effectuée peut mener à des anomalie "fausses-positives", c'est à dire des anomalies significatives qui ne le seraient pas avec l'hypothèse réelle. Cela implique de devoir demander l'hypothèse au client pour pouvoir l'auditer avec attention. Ces conclusions sont propres au portefeuille et simplifications utilisés dans cette étude.

Le plan de contrôles proposé dans ce mémoire a permis de couvrir et détecter certains risques d'audit en VFA. Notamment, une erreur opérationnelle significative sur les entrées du modèle ALM du client, une erreur dans le calcul de la CSM de transition ou encore une erreur sur les données des *model points* ont été remontées à l'entité. Des avis et des recommandations sur les hypothèses de modélisation du

client ont également pu être transmis.

Des limites à ce processus d'audit sont notables, liées d'une part au peu de données à notre disposition, et d'autre part aux simplifications effectuées pour réaliser cette étude. L'audit de l'effet *Bow-Wave* ou des modèles BBA et PAA peut venir compléter les éléments d'audit cités dans ce mémoire. Un approfondissement sur l'impact de la granularité des données sur l'audit (impact sur les seuils, sur l'audit des résultats) est également un complément essentiel au processus construit.

De plus, cette première avancée peut être complétée en automatisant le processus de contrôles proposé. Notamment, pour palier au manque de temps lors des missions d'audit, la réplication des agrégats bilantiels peut s'effectuer par des proxys via des méthodes de *machine learning*. Celles-ci permettent de gagner un temps considérable par rapport à l'utilisation de modèles ALM ou maquettes miroirs qui, dans certains cas, peut être chronophage. Le lecteur peut se référer aux travaux de Morisse (2022) pour un exemple de réplication du BEL SII via un modèle proxy de réseaux de neurones récurrents.

Aujourd'hui, des recherches sont menées pour l'accélération de l'évaluation des engagements des assureurs. L'EIOPA mène des recherches pour utiliser seulement 10 scénarios pseudo risque-neutre pour les entités qui ne disposent pas de modèle stochastique (EIOPA, 2022). Cette piste pourra également être avancée en terme d'audit.

Bibliographie

ACPR (2013). ONC aux spécifications techniques pour l'exercice 2013 de préparation à Solvabilité II. Article technique. URL : https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/20130527-onc-2013_0.pdf.

ACPR (2020). Générateurs de scénarios économiques : points d'attention et bonnes pratiques. Article technique. URL : https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20201204_article_gse_revue.pdf.

Aizac, R. (2021). Les composantes de la formation du résultat sous IFRS 17. Vidéo technique. URL : https://www.youtube.com/watch?v=nHyu_z5Aq8k.

Assaraf, K. (2020). Modélisation de versements libres sous IFRS 17 par des méthodes de machine learning. Mémoire IA. Université Paris Dauphine. URL : https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/26f82fa0e4b50c584fb48ac2d0180886.pdf.

Brigo, D. et Mercurio, F. (2016). Interest Rate Models : Theory and Practice: With Smile, Inflation and Credit.

Bru, A. (2022). Modélisation de la courbe des taux et valorisation des passifs sous IFRS 17. Mémoire IA. Université Paris Dauphine.

CEIOPS (2007). QIS4 Technical specifications. Rapport technique. URL : https://public.staging.eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Quantitative\%20impact\%20studies/CEIOPS-DOC-23-07\%20QIS4\%20-\%20Technical\%20Specifications\%20\%20Rev.pdf.

EIOPA (2011). EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency II. Rapport technique. URL : https://register.eiopa.europa.eu/Publications/Reports/QIS5_Report_Final.pdf.

EIOPA (2021). Risk-free interest rate term structures. Données techniques. URL : https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures_en.

EIOPA (2022). Prudent harmonized reduced set of scenarios. Article technique. URL : https://www.eiopa.europa.eu/media/event/prudent-harmonized-reduced-set-of-scenarios_en?source=search.

IA (2009). Comptabilisation IFRS des engagements d'assurance. Présentation technique. URL : http://www.therond.fr/wp-content/uploads/cours/090925_NormesIFRS_ALM_ERM.pdf.

IA (2018). Les générateurs de scénarios économiques. Document d'Orientation. URL : https://www.institutdesactuaires.com/global/gene/link.php?news_link=2018162907_document-d-orientation-gse-institut-des-actuaires-nov-2018-002.pdf&fg=1.

IASB (2021). IFRS Standards Fact Sheet. Article technique. URL : https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/project/insurance-contracts/ifrs-standard/ifrs-17-factsheet.pdf.

ISA (2021). INTERNATIONAL STANDARD ON AUDITING 240. Rapport technique. URL : https://www.ifac.org/system/files/downloads/a012-2010-iaasb-handbook-isa-240.pdf.

Jégou, A. (2022). Modélisation d'un portefeuille de contrats d'épargne multisupport et suivi de sa rentabilité dans le cadre IFRS 17. Application à l'étude de l'effet "Bow Wave". Mémoire IA. Université Paris Dauphine. URL : https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/2ca55feb5666a6c0f3c73d66eaaaaa22.pdf.

KPMG (2019). Initiation aux principes et méthodes d'audit. Support de formation.

KPMG (2020). IFRS 17 First impressions 2020. Rapport technique.

KPMG (2021). IFRS 17 Transition et Reporting. Support de formation.

Linxea (s. d.). Les avantages fiscaux de l'assurance vie. Article technique. URL : https://www.linxea.com/tout-savoir-sur/assurance-vie/avantages-fiscaux/.

Morisse, A. (2022). Application des réseaux de neurones récurrents à l'estimation des calculs réglementaires. Mémoire IA. École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique (ENSAE). URL : https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/970a6aa1e05b6a41de9a88aef5d4ffe2.pdf.

NEP (2006). NEP-320. Application de la notion de caractère significatif lors de la planification et de la réalisation d'un audit. Extrait de norme. URL : https://doc.cncc.fr/docs/nep-320.

Scheid, E. (2015). Cours d'assurance vie - Université Paris Dauphine. Cours académique.

Shreve, S. (1996). Stochastic Calculus and Finance.

SPAC (2021). Historique du TME depuis 1996. Données techniques. URL : https://www.spac-actuaires.fr/lexique/tme-historique-du-tme-depuis-1996/.

Code des assurances (2017). Article A132-1. Extrait de code. URL : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000035514601/.

IFRS Foundation (2017). IFRS 17 Contrats d'assurance. Texte de norme.

IFRS Fundation (2011). Fair Value Measurement. Texte de norme.

ISG IFRS 17 KPMG (2022a). Cash flow modelling and contract boundaries. Rapport technique.

ISG IFRS 17 KPMG (2022b). Discounting and IFIE. Rapport technique.

Office of the auditor (2022). 4025 Contrôles internes. Extrait de norme. URL : https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/methodologie/audit-de-performance/manuel/4025.shtm.

S&P Global (2019a). Annual Global Corporate Default And Rating Transition Study. Rapport technique. URL : https://www.spglobal.com/ratings/en/index.

S&P Global (2019b). Default, Transition, and Recovery: 2019 Annual Sovereign Default and Rating Transition study. Rapport technique. URL : https://www.spglobal.com/ratings/en/research/articles/200518-default-transition-and-recovery-2019-annual-sovereign-default-and-rating-transition-study-11478233.

S&P Global (2020). When Sovereigns Default: A Global and Regional Look. Rapport technique. URL : https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/blog/when-sovereigns-default-a-global-and-regional-look.

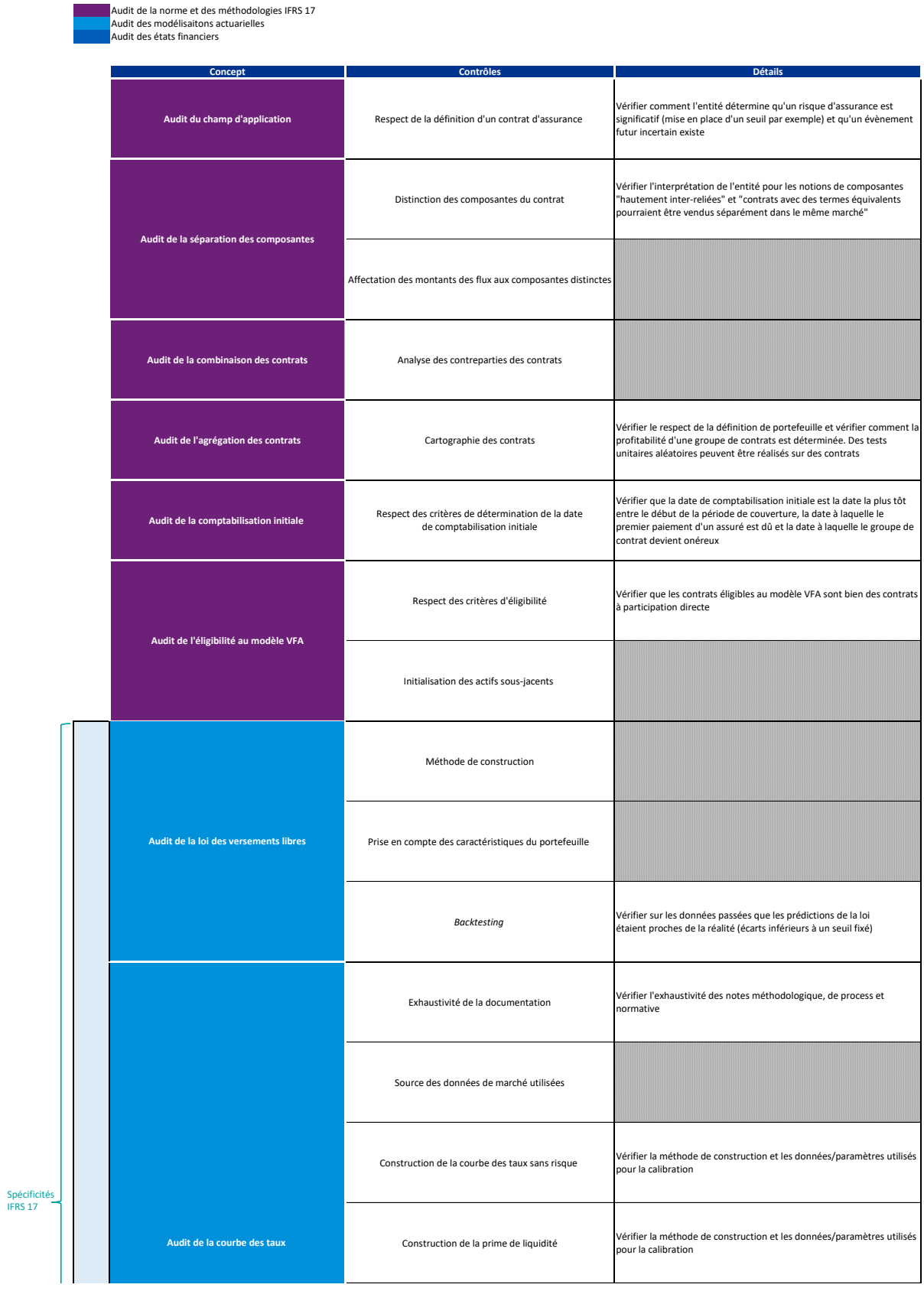
Warari, O. E. (2019). IFRS 17 en réassurance : Modélisation de l'ajustement pour risque non financier. Mémoire IA. Institut de Statistiques (ISUP). URL : https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/52f3e81dca38acb0666ae4b5b31f9fb3.pdf.

Wilhelmy, F. (2010). Analyse des modèles de taux d'intérêt pour la gestion actif-passif. Mémoire IA. Institut de Science Financière et d'Assurances (ISFA). URL : https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/deb5ff646e2e95c219c1c291b1c734ed.pdf.

Annexe A

Plan de contrôles audit IFRS 17 en VFA

Cette annexe (figures A.1, A.2, A.3, A.4, A.5) présente l'entièreté du plan de contrôle construit dans ce mémoire pour appréhender au mieux les missions d'audit de la norme IFRS 17 pour un assureur vie.



Concept	Contrôles	Détails
Audit du champ d'application	Respect de la définition d'un contrat d'assurance	Vérifier comment l'entité détermine qu'un risque d'assurance est significatif (mise en place d'un seuil par exemple) et qu'un évènement futur incertain existe
Audit de la séparation des composantes	Distinction des composantes du contrat	Vérifier l'interprétation de l'entité pour les notions de composantes "hautement inter-reliées" et "contrats avec des termes équivalents pourraient être vendus séparément dans le même marché"
	Affectation des montants des flux aux composantes distinctes	
Audit de la combinaison des contrats	Analyse des contreparties des contrats	
Audit de l'agrégation des contrats	Cartographie des contrats	Vérifier le respect de la définition de portefeuille et vérifier comment la profitabilité d'une groupe de contrats est déterminée. Des tests unitaires aléatoires peuvent être réalisés sur des contrats
Audit de la comptabilisation initiale	Respect des critères de détermination de la date de comptabilisation initiale	Vérifier que la date de comptabilisation initiale est la date la plus tôt entre le début de la période de couverture, la date à laquelle le premier paiement d'un assuré est dû et la date à laquelle le groupe de contrat devient onéreux
Audit de l'éligibilité au modèle VFA	Respect des critères d'éligibilité	Vérifier que les contrats éligibles au modèle VFA sont bien des contrats à participation directe
	Initialisation des actifs sous-jacents	
Audit de la loi des versements libres	Méthode de construction	
	Prise en compte des caractéristiques du portefeuille	
	Backtesting	Vérifier sur les données passées que les prédictions de la loi étaient proches de la réalité (écarts inférieurs à un seuil fixé)
Audit de la courbe des taux	Exhaustivité de la documentation	Vérifier l'exhaustivité des notes méthodologique, de process et normative
	Source des données de marché utilisées	
	Construction de la courbe des taux sans risque	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
	Construction de la prime de liquidité	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration

FIGURE A.1 : Plan de contrôles pour l'audit de la norme IFRS 17 (partie 1)

	Construction de la prime de risque	Vérifier la méthode de construction et les données/paramètres utilisés pour la calibration
	Choix du portefeuille de référence	Le portefeuille doit refléter au plus près les caractéristiques des contrats et être ajusté des différences avec le portefeuille de référence comme le calendrier des flux, les devises, les risques
	Méthode de construction / d'extrapolation	Analyser les différences des courbes en fonction des cohortes, la méthode d'extrapolation choisie, la cohérence avec la courbe EIOPA en terme de CRA, LLP, UFR et la cohérence avec les prix courants et observables du marché
Audit de la loi de frais attribuables	Méthode de construction	
	Prise en compte les caractéristiques du portefeuille	
Audit du processus de détermination du BEL global et de la documentation associée	Fréquence de mise à jour	
	Exhaustivité	
	Pertinence	
	Efficacité	
Audit des *model points* et de la qualité des données	Réconciliation de la base ligne à ligne et des *inputs*	Vérifier qu'il n'existe aucune perte de données. Par exemple la somme des valeurs de marché doit être égale dans la base actifs et la base ligne à ligne
	Transparisation du MP actifs	Informations à fournir : montant, émetteur, notation du titre...
	Agrégation des données	Vérifier qu'il n'existe aucune perte d'informations. Par exemple la somme des valeurs nettes comptables doit être égale dans le MP et la base ligne à ligne (ou inférieure à un seuil fixé)
		Vérifier qu'il n'y a pas d'impact sur le résultat (faire tourner le modèle avec les MPs et les bases ligne à ligne)
	Réconciliation du modèle actuariel et des MPs	Vérifier qu'il n'existe aucune perte/déformation de données
	Analyses des évolutions entre deux années successives	Vérifier que les évolutions entre deux années sont cohérentes. Si des variations importantes existent celles-ci doivent être justifiées (en lien avec l'impact des affaires nouvelles, crise sanitaire...)
	Validation de la première construction des MPs	

FIGURE A.2 : Plan de contrôles pour l'audit de la norme IFRS 17 (partie 2)

BE		Analyse de la qualité des données	Vérifier les données manquantes, aberrantes, ordres de grandeurs, unités de mesures pour les données en termes d'encours (PM, primes), démographiques (âge, sexe, nombre), contractuelle (taux de chargement, taux de commission), volume de sinistres et frais, taux de participation aux bénéfices, taux moyen garanti (TMG)
		Réconciliation au niveau comptable	Vérification que les données (actifs sous-jacents, volume de PM, primes…) en sortie de modèle en t=0 sont en ligne avec les données comptables
		Validation des variables clés IFRS 17	Vérification des variables portefeuilles, versements libres, cohortes…
		Ajustements manuels	Vérifier que les ajustements manuels sont documentés
	Audit des hypothèses non économiques	Méthode de construction	Vérifier que les hypothèses reflètent les caractéristiques du portefeuille (pour les tables de mortalité d'expérience par exemple)
		Mise à jour dans le modèle ALM	
		Hypothèses nouvelles par rapport à SII	Vérifier la construction de loi de versements libres, frais attribuables
		Backtesting	Vérifier sur les données passées que les prédictions de la loi étaient proches de la réalité (écarts inférieurs à un seuil fixé)
		Analyses des évolutions entre deux années successives	Il est attendu une évolution très faible des hypothèses. L'entité peut fixer un seuil d'évolution en dessous duquel les changements ne sont pas significatifs (exemple : 2 points de pourcentage maximum pour l'évolution des hypothèses de rachat). Les évolutions doivent être justifiées (inflation…)
	Audit du GSE	Réconciliation de l'outils et ses *inputs*	
		Modèles de diffusion et calibration	Vérifier la correcte implémentation des modèles et valider la justification de leur utilisation et leur calibration
		Hypothèses de structure	Vérifier la cohérence des paramètres nombre de scénarios, horizon, pas de projection…
		Tests de validation	Vérifier que l'entité a mis en place suffisamment de tests pour valider les *outputs* de son outil : test de convergence des scénarios, test de martingalité, test de repricing / test de market consistency, test des rendements…
	Audit de l'implémentation du modèle ALM	Réconciliation du modèle et de ses *inputs*	
		Implémentation du modèle	Identifier les développements spécifiques réalisés pour s'adapter à IFRS 17 et les éléments propres à l'entité (par exemple : rachats à 100% après 5 années consécutives de taux bas) et vérifier leur correcte implémentation. Cela peut s'effectuer en lançant des scénarios ciblés pour déclencher ces éléments spécifiques (par exemple lancer un scénario défavorable pour vérifier que le minimum de PB réglementaire est quand même respecté, déclenchement des rachats dynamiques…). Il est aussi nécessaire de vérifier que la maille de sortie du modèle est la même qu'en entrée
		Méthodologie de projection des *cash flows*	Vérifier l'exhaustivité des flux pris en compte dans le modèle

FIGURE A.3 : Plan de contrôles pour l'audit de la norme IFRS 17 (partie 3)

		Sortie du modèle	Vérifier la transformation des variables actuarielles en écritures comptables
		Traitement de fin de projection	Vérifier que la PM résiduelle est plus importante avec les versements libres et vérifier l'impact sur les *coverage units* et le pourcentage de relâchement
		Analyses des changements de modèle entre deux années successives	Ces différences si elles existent doivent être documentées
	Audit des résultats et validation du calcul du BEL	Cohérence des résultats et de leur interprétation	
		Cohérence des résultats entre deux années successives	
		Cohérence entre la valeur du BEL SII et celle du BEL IFRS 17	
	Audit de la frontière des contrats	Distinction entre flux de trésorerie reliés aux contrats existants et futurs	
		Détermination de "la fin des obligations substantives de l'entité à fournir un service"	
		Prise en compte des clauses d'annulation, mécanismes de refixation de prix, options contractuelles	
	Audit du non modélisé	Niveau de cash et scaling	Vérifier que l'opération de scaling n'a pas déformé les proportions des actifs du portefeuille et que le niveau de cash n'augmente pas de manière significative entre deux années
		Affectation du non modélisé à un groupe de contrat	
	Audit du traitement du leakage	Traitement des fuites	
CSM	**Calcul de la CSM de transition**	Mise en œuvre FRA	Vérifier : la source de données historiques comptables, le *split* des cohortes, le rollforward de la CSM
		Mise en œuvre MRA	Vérifier : les sources de données historiques comptables, la profondeur de l'historique, les retraitements effectués sur ces données, le *split* des cohortes, l'ajustement des données historiques...Vérifier que la mise en oeuvre de la méthode MRA n'implique pas de coûts et efforts importants et vérifier les simplifications faites pour utiliser cette méthode
		Mise en œuvre FVA	Vérifier comment la juste valeur des passifs est déterminée
	Calcul de la CSM ultérieur	Méthode de calcul	Vérification que la CSM reflète : la CSM du reporting précédent; les effets des nouveaux contrats; la part de l'entité dans les changements de juste valeur des actifs sous-jacents; les changements des FCF liés aux services futurs; les effets de changement de devise; le relâchement en P&L

FIGURE A.4 : Plan de contrôles pour l'audit de la norme IFRS 17 (partie 4)

	Calcul de la CSM en date de comptabilisation initiale	Méthode de calcul	Vérification que la CSM reflète les FCF, la décomptabilisation des actifs, les flux de trésorerie du groupe à la comptabilisation initiale
	Traitement de la LC	Perte comptabilisée en résultat	
	Unités de couvertures	Méthode de détermination des UC	Vérifier si la quantité de bénéfice et la période de couverture ont correctement été déterminées
RA	Revue du calcul du RA	Hypothèses de calcul	Revue des données d'entrée et des hypothèses de calcul (mortalité, catastrophe, longévité, rachats hausse, rachats baisse, rachats massif, frais, primes et réserves, revue des contrôles de l'entité)
		Mise en œuvre opérationnelle	Revue de la mise en œuvre opérationnelle des principes méthodologiques : - Qualité de la documentation, justification des simplifications et jugement d'experts - Cartographie des facteurs de risque au regard du portefeuille et du calcul du BE ; identification des facteurs inclus ou exclus du calcul - Justification du calibrage des hypothèses propres au RA - Allocation par groupe de contrats - Contrôles mis en œuvre
		Revue du calcul	
		Tests quantitatifs	Tests quantitatifs - Cohérence de la sensibilité du RA au niveau d'incertitude sur les cash-flows, au couple fréquence-sévérité, à la duration ou tout autre indicateur - Recalibrages ou recalculs partiels
	Revue de la construction du bilan	Cohérence des postes du bilan	Vérifier que les valeurs au bilan sont celles en sortie des modélisations
	Revue de la construction du P&L	Analyses de l'AoM	
		Analyses du *rollforward*	
		Cohérence des postes du P&L	Vérifier la composition du résultat d'assurance, des dépenses d'assurance, du résultat d'investissement et des dépenses financières d'assurance. Analyse de la validité et de l'exhaustivité des écritures comptables élaborées pour chaque variable actuarielle IFRS 17 ayant un impact comptable et contrôle du niveau de granularité auquel sont générées les écritures, prise en compte de la spécificité des écritures liées à chaque modèle d´évaluation, écritures comptables additionnelles ne provenant pas de l´outil IFRS 17
		Option OCI	Vérification des méthodes utilisées pour déterminer le montant comptabilisé dans le résultat et de vérifier que la proportion enregistrée en OCI est la même du côté actif et passif (revue des stock d'OCI à la date de transition, revue de l'initialisation des stocks OCI en VFA en fonction des éléments sous-jacents, revue des contrôles implémentés)
	Revue de la construction des annexes	Exhaustivité	

FIGURE A.5 : Plan de contrôles pour l'audit de la norme IFRS 17 (partie 5)

Annexe B

Modèle LMM+

B.1 Le modèle LMM[1]

Ce modèle de taux est l'un des plus utilisé aujourd'hui (Wilhelmy, 2010). Il permet de modéliser les taux *forward* sous la probabilité risque neutre $\mathbb{Q}$.

On note :

- $T_0 = 0 < T_1 < ... < T_n$ un échéancier ;
- $\tau_k = T_{k+1} - T_k$ pour $0 \leq k \leq n-1$ le pas de temps entre deux dates consécutives de l'échéancier ;
- $B(t,T)$ le prix d'un zéro-coupon[2] vu en date t de maturité T ;
- $F_k(t) = F(t, T_k, T_{k+1})$ le taux *forward*[3] vu en t entre les dates T_k et T_{k+1}.

La figure B.1 représente ces concepts.

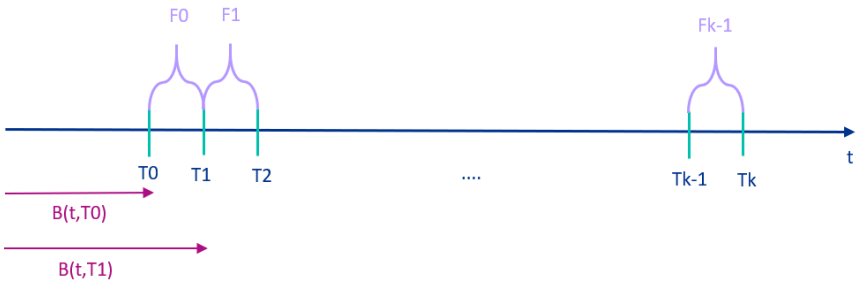


Figure B.1 : Représentation des notations pour le modèle LMM

Les taux *forward* et le prix des ZC sont liés par la relation B.1 $\forall t \leq T_{k+1}$,

$$F_k(t) = \frac{1}{\tau_k} \times \left(\frac{B(t, T_k)}{B(t, T_{k+1})} - 1 \right). \tag{B.1}$$

[1] Libor Market Model

[2] Une obligation zéro coupon est un titre dont la rémunération est constituée exclusivement par l'écart entre son prix d'émission et son prix de remboursement. Les intérêts sont capitalisés jusqu'à la fin de la durée de vie de l'obligation

[3] Aussi appelé le taux à terme, le taux *forward* correspond au taux de change proposé sur le marché à terme lorsqu'un intervenant s'engage à acheter ou vendre une devise à un taux de change donné mais à une date ultérieure.

Le modèle LMM repose sur une hypothèse fondamentale qui est la log-normalité de la diffusion des taux *forward*. Sous la mesure $\mathbb{Q}^{k+1}$, le $(k+1)^{\text{ème}}$ taux *forward* $F_k(t)$ est une martingale, c'est à dire

$$\mathbb{E}^{\mathbb{Q}^{k+1}}\left[F_k(t) \mid \mathcal{F}_u\right] = F_k(u), \quad \forall 0 \leq u < t.$$

Grâce a cette hypothèse, il est possible d'écrire la dynamique de $F_k(t)$ sous la probabilité forward $\mathbb{Q}^{k+1}$ associée au zéro coupon $B(t, T_{k+1})$. Cette dynamique est représentée par la formule B.2.

$$\frac{dF_k(t)}{F_k(t)} = \gamma_k(t) \times dZ^{\mathbb{Q}^{k+1}}(t), \tag{B.2}$$

avec

$$\begin{cases} \gamma_k(t) : \text{les fonctions de volatilité de } F_k(t) \text{ pour } k = 1 \dots n, \\ Z^{\mathbb{Q}^{k+1}} : \text{un mouvement brownien unidimensionnel.} \end{cases}$$

B.1.1 Calibrage du modèle

Pour calibrer le modèle, le GSE de KPMG s'appuie sur les caps.

Un cap est un somme de caplets consécutifs qui permet de couvrir le risque de taux à intervalles réguliers.

Un caplet est lui, un contrat entre un acheteur et un vendeur permettant à l'acheteur de se couvrir contre une possible hausse des taux d'intérêts au delà du "*strike*"[1]. Il s'agit d'un call sur taux *forward* (Brigo et Mercurio, 2016).

Soit un investisseur versant un taux f et achetant un caplet de *strike* K et de maturité T. À la date $t = T$, il devra verser :

$$f - (f - K)_+ = \begin{cases} f \text{ si} & f \leq K, \\ K \text{ si} & f \geq K. \end{cases}$$

Le prix d'un caplet noté P_t^{BS} de maturité T_{k+1}, de nominal 1 et de *strike* K est obtenu grâce à un changement de probabilité et par l'application de la formule de Black & Scholes. Le prix est obtenu grâce à la formule B.3.

$$P_t^{BS} = \tau_k \times B\left(t, T_k\right) \times \left[F_k(t)\mathcal{N}\left(d_1\right) - K\mathcal{N}\left(d_2\right)\right], \tag{B.3}$$

$$\text{avec} \begin{cases} d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_k(t)}{K}\right) + \frac{1}{2}\sigma_k^2(T_k - t)}{\sigma_k\sqrt{T_k - t}}, \\ d_2 = d_1 - \sigma_k\sqrt{T_k - t}, \\ \sigma_k^2 = \frac{1}{T_k - t}\int_t^{T_k} \left(\gamma_s\right)^2 ds, \\ \mathcal{N} : \text{ la fonction de répartition d'une loi normale centrée réduite,} \\ \sigma_k : \text{ la volatilité du taux forward sous jacent } F_k. \end{cases}$$

[1] Prix d'exercice d'une option

γ_k est par la suite déterminé en minimisant la quantité :

$$\sum_{t=1}^{\tau_k} \left| P_{C,t}^{BS} - P_t^M \right|$$

avec P^M le prix de marché des caplets.

B.2 Le modèle LMM+

Par l'hypothèse de log-normalité du modèle LMM, celui-ci ne peut être qu'utilisé dans un environnement économique caractérisé par des taux positifs. Pour palier à cette contrainte, le modèle LMM+ est une extension du modèle LMM introduisant un facteur de translation δ qui permet de travailler avec des valeurs négatives supérieures à $-\delta$.

Pour se faire, les occurrences de $F_k(t)$ sont substituées par $(F_k(t)+\delta)$. La dynamique des taux devient alors l'équation B.4.

$$d\left(F_k(t)+\delta\right) = \left(F_k(t)+\delta\right) \times \sigma_k(t) \times dZ^k(t). \tag{B.4}$$

En AOA[1], le prix du caplet est donné par :

$$\begin{aligned} P^c(t) &= \mathbb{E}_{\mathbb{Q}}\left[e^{-\int_t^U r_s ds}(U-T)(F(T)-K)_+ \mid \mathcal{F}_t\right], \\ &= \mathbb{E}_{\mathbb{Q}}\left[e^{-\int_t^U r_s ds}(U-T)(F(T)+\delta-\delta-K)_+ \mid \mathcal{F}_t\right], \\ &= \mathbb{E}_{\mathbb{Q}}\left[e^{-\int_t^U r_s ds}(U-T)[(F(T)+\delta)-(K+\delta)]_+ \mid \mathcal{F}_t\right]. \end{aligned}$$

L'étape de calibrage est la même que le modèle LMM et il est possible d'écrire :

$$P_t^{BS} = \tau_k \times B\left(t,T_k\right) \times \left[\left(F_k(t)+\delta\right)\mathcal{N}\left(d_1\right) - (K+\delta)\mathcal{N}\left(d_2\right)\right],$$

$$\text{avec} \begin{cases} d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_k(t)}{K}\right)+\frac{1}{2}\sigma_k^2(T_k-t)}{\sigma_k\sqrt{T_k-t}}, \\ d_2 = d_1 - \sigma_k\sqrt{T_k-t}, \\ \sigma_k^2 = \frac{1}{T_k-t}\int_t^{T_k}\left(\gamma_s\right)^2 ds, \\ \mathcal{N}: \text{ la fonction de répartition d'une loi normale centrée réduite}, \\ \sigma_k: \text{ la volatilité du taux forward sous jacent } F_k. \end{cases}$$

[1] Absence d'Opportunité d'Arbitrage

Annexe C

Modèle Black & Scholes

La dynamique du modèle Black & Scholes suit l'équation C.1 (IA, 2018).

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t, \text{ avec } S_0 = s_0, \tag{C.1}$$

$$\text{avec } \begin{cases} S_t = \text{Prix de l'actif,} \\ \mu = \textit{Drift}, \\ \sigma = \text{Volatilité,} \\ W_t = \text{Mouvement brownien géométrique.} \end{cases}$$

Cette dynamique satisfait l'équation suivante :

$$S_t = S_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t\right).$$

Sous $\mathbb{Q}$, le *drift* est égal au taux sans risque :

$$\frac{dS_t}{S_t} = r_t dt + \sigma dW_t.$$

Soit un call européen avec $r_t = r$ de *strike* $K > 0$ et de maturité $T > 0$, le prix de ce call est donné par l'équation C.2.

$$C(t) = S_t \Phi\left(d_1(t)\right) - K e^{-r(T-t)} \Phi\left(d_2(t)\right), \tag{C.2}$$

avec

$$d_1(t) = \frac{\ln\left(S_t/K\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}},$$

et

$$d_2(t) = d_1(t) - \sigma\sqrt{T-t}.$$

C.1 Améliorations du modèle Black & Scholes

Le modèle Black & Scholes peut être amélioré avec une version prenant en compte plusieurs indices pour $i \in \{1, ..., n\}$:

$$\frac{dS_i(t)}{S_i(t)} = \mu_i dt + \sum_{j=1}^{n} \sigma_{i,j} dW_j(t), \text{ avec } S_i(0) = s_i.$$

C.2 Intérêts et limites du modèle

Ce modèle, largement utilisé dans le secteur des assurances, est un modèle simple à mettre en place et est généralement utilisé en risque historique pour calculer le prix d'un actif immobilier par exemple.

Cependant, ce modèle ne permet pas de capturer le *skew*[1] et le *kurtosis*[2] des rendements observés sur le marché. Pour finir, la valorisation des surfaces de volatilité est approximative avec ce modèle.

[1] Mesure le degré d'asymétrie de la distribution

[2] Mesure le degré d'aplatissement de la distribution. Lorsqu'il est égal à 3 la distribution est normale.

Annexe D

Modèle de crédit CIR

Le modèle CIR[1] représente une extension du modèle de Vasicek pour la modélisation des taux d'intérêt. Il permet de faire face au problème de taux négatif.

Le *spread* de crédit constitue une composante du taux d'intérêt. En effet, les taux d'intérêts utilisés pour les emprunts des entreprises sont différents de ceux utilisés pour les États. La différence réside dans l'ajout d'une prime de risque pour les emprunts aux entreprises appelé *spread*. Par définition, le *spread* est donc l'écart entre le taux d'intérêt d'un emprunt donné et un taux dit de référence sur la même maturité.

Le *spread* constitue donc des similarités avec le comportement des taux et son évolution peut donc être modélisée via un modèle CIR. La dynamique du modèle CIR sous la probabilité risque neutre suit l'équation D.1.

$$d\lambda_t = \mu(\theta - \lambda_t)dt + \sigma\sqrt{\lambda_t}dW_t, \tag{D.1}$$

$$\text{avec} \begin{cases} \mu = \text{la vitesse de réversion moyenne de}(\lambda_t)_{t\geq 0}, \\ \theta = \text{la moyenne à long terme}, \\ \sigma = \text{la volatilité}, \\ \lambda_t = \text{l'intensité/le } \textit{spread} \text{ de crédit}, \\ W_t = \text{mouvement brownien géométrique}. \end{cases}$$

On suppose que l'intensité est constante par morceaux. On a :

$$\lambda_k = \frac{1}{(T_{k+1} - T_k)} ln(\frac{(1 + S_{T_k})^{T_k}}{(1 + S_{T_{k+1}})^{T_{k+1}}}),$$

où S_t est le *spread* à la date t.

Le processus D.1 n'admet pas de solution explicite. Il est possible d'appliquer le lemme d'Itô à la fonction $g(\lambda_t, t) = \lambda_t \times \exp(\mu t)$. On obtient l'équation D.2.

$$\lambda_t = \lambda_0 \exp(-\mu t) + \theta(1 - \exp(-\mu t)) + \int_0^t \sigma\sqrt{\lambda_s} \exp(\mu(s - t))dW_s. \tag{D.2}$$

[1] Cox, Ingersoll et Ross

Comme $(\lambda_t)_{t\geq 0}$ suit la dynamique d'un modèle CIR, la fonction de survie théorique notée $\mathbb{Q}^{th}$ est exponentielle avec l'intensité comme le montre la formule D.3.

$$\mathbb{Q}^{th}(t,T) = \alpha(t,T)\exp(-\beta(t,T)\lambda_t), \tag{D.3}$$

$$\text{avec } \begin{cases} \alpha(t,T) = (\frac{2h\exp((\mu+h)(T-t)/2)}{2h+(\mu+h)(\exp((T-t)h)-1)}, \\ \beta(t,T) = \frac{2(\exp((T-t)h)-1)}{2h+(\mu+h)(\exp((T-t)h)-1)}, \\ h = \sqrt{\mu^2+2\sigma^2}. \end{cases}$$

Pour plus de détails sur la démonstration, le lecteur peut se référer au livre de Shreve (1996).

On cherche λ, θ et μ qui minimisent l'erreur :

$$\sum_{k=0}^{n-1}(\mathbb{Q}^{th}(T_k,T_{k+1}) - \exp(\lambda_{T_k}(T_{k+1}-T_k)))^2.$$

La diffusion s'effectue finalement grâce à une méthode d'Euler.

La calibration du modèle se fait à l'aide de caplets avec le même principe que le modèle LMM+.

Annexe E

Modèle d'inflation

Dans l'outil GSE utilisé dans ce mémoire, le modèle d'inflation est construit comme l'indique l'équation E.1 pour $i \in 1, ..., N$ avec N le nombre de scénarios économiques.

$$I_i(t_n) = \frac{B^{\text{infl}}(0, t_n)}{D_i(0, t_n)^{\epsilon}}, \tag{E.1}$$

avec $\begin{cases} I_i(t) = \text{taux d'inflation en t pour le scénario i,} \\ B^{\text{infl}}(0,t) = \text{courbe spot des taux d'inflation,} \\ D_i(0,t) = \text{facteur d'actualisation en t pour le scénario i,} \\ \epsilon = \text{coefficient d'élasticité (fixé à 0,8 dans les modélisations de cette étude).} \end{cases}$