

Projet de Fin d'Etudes

**IFRS 17 : Implémentation et analyse des impacts de la
nouvelle norme IFRS 17 sur les états financiers (bilan et
CPC) : Cas des contrats d'épargne**

Préparé par : **Mme. Morjana ALAOUI M'RANI**
M. Mouhssine BIDAOUI

Sous la direction de : **M. Fouad MARRI (INSEA)**
Mme. Fatima Zahrae BAMOUSSA (MAZARS)
Mme. Salma KADIM (MAZARS)

Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Filière : Actuariat Finance

Devant le jury composé de :

- **M. Fouad MARRI (INSEA)**
- **M. Abdelaziz CHAOUBI (INSEA)**
- **Mme. Fatima Zahrae BAMOUSSA (MAZARS)**

Résumé

Depuis près de deux décennies, les compagnies d'assurances n'avaient pas de norme comptable internationale spécifique à leurs activités. C'est dans ce cadre que l'IASB (International Accounting Standard Board) a publié la norme IFRS 17 le 18 mai 2017 pour une mise en application prévue au 1er janvier 2023. L'objectif de cette norme est de normaliser la comptabilité des assurances au niveau mondial afin d'améliorer la comparabilité et d'accroître la transparence et de fournir aux investisseurs les informations dont ils ont besoin pour comprendre de manière significative la situation financière, la performance et l'exposition aux risques d'une compagnie d'assurance.

Cette norme révolutionne la comptabilité des contrats d'assurance en proposant des principes et des mécanismes d'évaluation économique du passif d'assurance. Elle se révèle complexe à mettre en œuvre et certaines exigences de la norme restent fortement critiquées par les entités ainsi que les investisseurs.

Ce mémoire a pour objectif l'implémentation de cette norme en appliquant le modèle comptable VFA (Variable Fee Approach) à un contrat d'épargne retraite. L'objectif est d'appliquer les principes de la norme sur ce type de contrat et de comprendre le processus de production des états financiers à savoir le bilan et le compte de résultat sous IFRS 17, tout en s'interrogeant sur les exigences de la norme, spécifiquement sur le niveau d'agrégation et la maille de calcul ainsi que sur les mécanismes introduits par la norme pour limiter la volatilité des résultats, à savoir la CSM (Contractual Service Margin). Pour ce faire, l'utilisation d'un modèle de projection ALM est indispensable pour valoriser les éléments du passif sous IFRS 17 et pour capter l'interaction entre l'actif et le passif. Une interaction qui caractérise bien les contrats d'épargne.

Ce mémoire se répartit en quatre parties principales, la première partie vise à introduire le cadre général de la norme et les différents aspects et mécanismes utilisés dans la valorisation des contrats d'assurance et la production des états financiers. La deuxième partie a pour objectif la présentation de l'assurance vie et les caractéristiques du contrat épargne retraite sujet de notre étude. La troisième partie sera consacrée à l'implémentation du modèle ALM et la dernière partie va aborder l'application du modèle VFA sur le contrat étudié et la présentation des différents résultats obtenus. Dans ce cadre, un outil implémenté sur le logiciel R est mis en place pour faire les calculs et les modélisations nécessaires et pour produire les états financiers sous IFRS 17.

Mots clés

IFRS 17, Variable Fee Approach, Best Estimate, Risk Adjustment, Contractual Service Margin, Composante de perte, Contrat épargne retraite, Gestion Actif-Passif, Logiciel R.

Abstract

For nearly two decades, insurance companies have not had an international accounting standard specific to their activities. It is in this context that the IASB (International Accounting Standard Board) published IFRS 17 on May 18, 2017 for implementation on January 1, 2023. The objective of this standard is to standardize insurance accounting globally to improve comparability and increase transparency and to provide investors with the information they need to meaningfully understand an insurance company's financial position, performance and risk exposure.

This standard revolutionizes the accounting for insurance contracts by providing principles and mechanisms for the economic valuation of insurance liabilities. It is complex to implement and some of the requirements of the standard remain highly criticized by entities and investors. The objective of this thesis is to implement this standard by applying the VFA (Variable Fee Approach) accounting model to a pension savings contract.

The objective is to apply the principles of the standard to this type of contract and to understand the process of producing financial reporting, namely the balance sheet and the income statement under IFRS 17, while questioning the requirements of the standard, specifically the level of aggregation and the calculation grid as well as the mechanisms introduced by the standard to limit the volatility of results, namely the CSM (Contractual Service Margin). To do this, the use of an ALM projection model is essential to value the liabilities under IFRS 17 and to capture the interaction between assets and liabilities. This interaction is typical of savings contracts.

The first part aims to introduce the general framework of the standard and the different aspects and mechanisms used in the valuation of insurance contracts and the production of financial statements. The second part aims to present life insurance and the characteristics of the pension savings contract that is the subject of our study. The third part will be devoted to the implementation of the ALM model and the last part will deal with the application of the VFA model on the studied contract and the presentation of the various results obtained. Within this framework, a tool implemented on the R software is set up to make the necessary calculations and models and to produce the financial statements under IFRS 17.

Key words

IFRS 17, Variable Fee Approach, Best Estimate, Risk Adjustment, Contractual Service Margin, Loss Component, pension saving contract, Asset Liability Management, R Software.

Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail

*À mes chers parents, pour leurs sacrifices,
leur dévouement, et surtout leur amour inconditionnel.*

*À mes frères et ma soeur,
pour leurs encouragements et leur soutien.*

*À mes amis,
pour avoir fait de mon parcours scolaire une réelle aventure.*

*A ma partenaire de mémoire Morjana,
pour son aide, sa motivation, et ses sacrifices.
Nous avons formé une belle équipe.*

*A ma meilleure amie Safae,
pour son soutien, sa motivation et ses encouragements.*

*À toute l'équipe MAZARS Maroc,
pour leur encadrement, orientation et soutien durant ce stage.*

À vous, chers lecteurs

BIDAOUI Mouhssine

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

À mes chers parents,

pour leur amour et soutien sans limite.

Je suis fier d'être votre fille.

Mon bonheur, c'est à vous que je le dois.

À mes petites soeurs chéries,

pour leur patience, aide et soutien moral.

À Imane, Saad, Sanaa, Widad et Soukaina,

votre amitié est un trésor

que pour rien au monde je n'échangerai.

A mon binôme Mouhssine,

pour son optimisme et sa dédication,

Travailler avec toi est un véritable plaisir.

A ma chère Salma,

tu es un ange,

ce projet n'aurait pas vu le jour sans toi.

À toute l'équipe MAZARS Actuariat,

travailler sous votre direction fut une expérience

qui a dépassé toutes mes espérances.

Alaoui M'rani Morjana

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à toutes les personnes qui nous ont permis d'évoluer dans la réflexion et l'élaboration de ce travail.

Plus particulièrement, nous tenons à remercier :

- M. Fouad MARRI, directeur de mémoire, chef du département Statistique, Démographie et Actuariat, pour avoir accepté de nous encadrer dans ce projet, et pour son soutien sans faille, sa disponibilité et ses nombreux encouragements et conseils.
- M. Ibrahima SOW, directeur de l'équipe Actuariat au sein de MAZARS, pour la confiance qu'il nous a accordée tout au long de ce stage.
- Mme. Fatima Zahrae BAMOUSSA, encadrante de mémoire et Manager au sein du cabinet MAZARS, pour son encadrement, son suivi et son aide ainsi que pour sa confiance tout au long de ce projet.
- Mme. Salma KADIM, Notre encadrante et actuaire consultante à MAZARS, pour ses précieux conseils, son soutien inconditionnel et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce travail ainsi que pour le temps qu'elle nous a consacré pour nous aider. Ce mémoire doit énormément à son implication.

Plus généralement nous remercions toute l'équipe de Mazars pour leur accueil chaleureux et pour leur soutien permanent.

Enfin, Nous tenons à remercier sincèrement M. Abdelaziz CHAOUBI et les membres du jury qui nous font le grand honneur d'évaluer ce travail. Nous remercions au même titre tout le corps professoral de l'INSEA de nous avoir donné toutes les connaissances nécessaires durant ces trois années d'études.

Table des matières

Résumé	2
Abstract	3
Dédicaces	4
Remerciements	6
Table des matières	7
Liste des abréviations	10
Table des figures	12
Liste des tableaux	14
Introduction	15
Partie I : Norme IFRS 17 : cadre normatif et apports	17
I. Généralités sur les normes IAS/IFRS	17
I.1 IAS 1 : présentation des états financiers	17
I.2 IAS 19 : comptabilisation des avantages du personnel	17
I.3 IAS 32 : présentation des instruments financiers	17
I.4 IAS 39 : comptabilisation des instruments financiers	18
I.5 IFRS 4 : contrats d'assurance	18
I.6 IFRS 7 : Informations sur les instruments financiers	19
I.7 IFRS 9 : comptabilisation des instruments financiers	19
II. Passage de IFRS 4 à IFRS 17 : généralités et fonctionnement	21
II.1 Niveau de regroupement	21
II.2 Provisions techniques sous IFRS 17	22
II.3 Approches de valorisation	25
II.4 Transition	29
Partie II : Assurance vie - Exemple d'un contrat d'épargne	31
I. Introduction	31
II. Généralités sur l'assurance vie	31
II.1 Types de garanties	32
II.2 Types de contrats	32
III. Le marché des assurances au Maroc	33
IV. Présentation du portefeuille étudié	35

Partie III : Gestion Actif / Passif	40
I. Généralités sur la gestion Actif / Passif	40
II. Générateur de scénarios économiques	41
II.1 Hypothèses concernant le GSE	42
II.2 Méthode de Monte Carlo	42
III. Modélisation de l'actif	42
III.1 Modélisation des taux courts nominaux	43
III.2 Modélisation des actions	49
III.3 Modélisation de l'actif monétaire	56
IV. Hypothèses du modèle ALM	56
IV.1 Hypothèses de modélisation de l'actif	57
IV.2 Hypothèses de modélisation du passif	57
IV.3 Hypothèses de coûts	57
IV.4 Hypothèses économiques et fiscales	58
IV.5 Hypothèses liées aux comportements de l'assuré	58
IV.6 Composition de l'actif et Passif	59
V. Fonctionnement général du modèle ALM	61
V.1 Initialisation de l'actif et du passif	62
V.2 Vieillessement de l'actif	63
V.3 Vieillessement du passif	64
V.4 Interaction Actif / Passif	65
V.5 Mécanisme de Réallocation	66
V.6 Résultats financiers et techniques	67
V.7 Revalorisation du passif	70
V.8 Bilan et Compte de résultat	71
Partie IV : Mise en oeuvre de la norme IFRS 17 sur un contrat d'épargne-retraite	75
I. Comptabilisation par l'approche VFA : Cadre théorique	75
I.1 Regroupement	76
I.2 Comptabilisation à la transition	76
I.3 Estimation des flux de trésorerie futurs et Calcul du BE	77
I.4 Taux d'actualisation	79
I.5 Ajustement au titre du risque non financier	79
I.6 La marge de service contractuel	83
I.7 Traitement de la composante de perte	89
II. Mise en application et analyse des résultats	92
II.1 Regroupement des contrats et comptabilisation initiale	92
II.2 Allocation de la CSM	93
II.3 Comptabilisation ultérieure	95
II.4 Projection du bilan et du compte de résultat	97
II.5 Traitement de la composante de perte	98
II.6 Conclusion	100

Conclusion générale	102
Bibliographie	103
Webographie	104
Annexes	105
Annexe I : Présentation de l'organisme d'accueil	105
Annexe II : Table de mortalité TV 88/90	107
Annexe III : La méthode de Monte Carlo	108
Annexe IV : Modèle des rachats conjoncturels	109
Annexe V : Automatisation du modèle sous <i>R Shiny</i>	110
Annexe VI : Tests de normalité	111
Annexe VII : Résultat du Test de la racine unitaire	112
Annexe VIII : La différence entre le modèle VFA et le modèle BBA	113

Liste des abréviations

ACAPS	Autorité de Contrôle des Assurances et de la Prévoyance Sociale
ALM	Asset and Liability Management
BS	Black and Scholes
BBA	Building Block Approach
BE	Best Estimate
CF	Cash Flows
CSM	Contractual Service Margin
FCF	Fulfillment Cash Flows
FP	Fond Propres
FRA	Full Retrospective Approach
FV	Fair Value
GHD	Milliard de Dirham Marocain
GSE	Générateur de scénarios économiques
HFT	Held For Trading
HTM	Held To Maturity
IAS	International Accounting Standards
IASB	International Accounting Standards Board
IFRS	International financial Reporting Standards
JV	Juste Valeur
L'IASC	International Accounting Standards Committee
LC	Loss Component
MASI	Moroccan All Shares Index
MCO	Moindres des Carrés Ordinaire
MENA	Middle East and North Africa
MP	Model Point
MVL	Moins-Values Latentes
OCI	Other Comprehensive Income
PAA	Premium Allocation Approach
PAF	Provision pour Aléas Financiers
PB	Participation aux Bénéfices
PDG	Provision de Gestion
PF	Produit Financier
PIB	Produit Intérieur Brut
PL	Profit Loss
PM	Provisions Mathématiques
PMVL	Plus ou Moins-Values Latentes
PPB	Provision pour Participation aux Bénéfices
PVL	Plus-Values Latentes
RA	Risk Adjustment
RKPI	Reserve de Capitalisation
SCR	Solvency Capital Requirement

SICAV	Société d'Investissement à Capital Variable
TMG	Taux Minimum Garanti
TMP	Taux Moyen Pondéré
TVaR	Tail Value At Risk
TVOG	Time Value of Options and Guarantees
VaR	Value At Risk
VC	Valeur Comptable
VFA	Variable Fee Approach
VM	Valeur de Marché
ZC	Zéro Coupon

Table des figures

FIGURE 1	Segmentation des contrats d'assurance selon IFRS 17	22
FIGURE 2	Bilan sous IFRS 17	23
FIGURE 3	Taux d'actualisation sous IFRS 17	24
FIGURE 4	Les 3 approches de valorisation sous IFRS 17	26
FIGURE 5	Initialisation du modèle général	27
FIGURE 6	Evolution de la CSM dans le modèle général	27
FIGURE 7	Evolution de la CSM dans le modèle VFA	28
FIGURE 8	Evolution du passif sous le modèle PAA	29
FIGURE 9	Méthodes de transition lors de la première comptabilisation en IFRS 17	30
FIGURE 10	Structure des primes par branche	34
FIGURE 11	Activité technique des entreprises d'assurances et de réassurance	34
FIGURE 12	Structure des primes par catégorie	35
FIGURE 13	Fonctionnement du moteur ALM	41
FIGURE 14	Données de Bank Al-Maghrib du TMP entre le 1/1/2005 et le 31/12/2020	45
FIGURE 15	Corrélogramme des autocorrélations simples	46
FIGURE 16	Corrélogramme des autocorrélations partielles	46
FIGURE 17	Trajectoires des taux courts	48
FIGURE 18	Comparaison entre la courbe réelle zéro-coupon et celle estimée par le modèle de Vasicek au 30/12/2020	49
FIGURE 19	L'évolution du cours journalier du MASI entre janvier 2009 et décembre 2019	51
FIGURE 20	L'évolution du cours mensuel du MASI entre janvier 2009 et décembre 2019	51
FIGURE 21	La série des rendements du MASI	52
FIGURE 22	Ajustement de la série empirique par la loi normale	53
FIGURE 23	Ajustement de la série empirique par la loi normale	54
FIGURE 24	Simulation de 50 trajectoires des prix des actions	56
FIGURE 25	La loi de rachat (en montant)	59
FIGURE 26	Les six premiers Model points du portefeuille étudié	60
FIGURE 27	Processus de projection du modèle ALM	62
FIGURE 28	Modification de l'allocation du portefeuille à l'issu du vieillissement du portefeuille	66
FIGURE 29	La réallocation du portefeuille	67
FIGURE 30	Mécanisme de financement des différentes garanties	69
FIGURE 31	Evolution des prestations et des provisions mathématiques	72
FIGURE 32	Résultat ALM - Produits financiers	73
FIGURE 33	Procédure générale d'application de la norme IFRS 17	75
FIGURE 34	Illustration du calcul du RA à partir d'une distribution empirique du BE	82
FIGURE 35	Schéma simplifié du calcul dans l'approche par juste valeur	84
FIGURE 36	Analyse des variations impactant le BE	88

FIGURE 37	Analyse des variations impactant le RA	88
FIGURE 38	Analyse des variations impactant la CSM	89
FIGURE 39	Analyse des variations de la composante de perte	90
FIGURE 40	Analyse des variations des provisions IFRS 17 - Compte de résultat . .	91
FIGURE 42	Impact de l'actualisation des unités de couverture	94
FIGURE 44	Evolution des provisions et du résultat IFRS 17 sur l'horizon de projection	97
FIGURE 45	Amortissement de la CSM et variation de la JV- part assureur	98
FIGURE 46	Evolution de la composante de perte sur l'horizon de projection	100
FIGURE 47	Outil Shiny	110

Liste des tableaux

TABLE 1	Catégories d'assurance	31
TABLE 2	Caractéristiques du contrat	36
TABLE 3	Résultats d'estimation par la méthode des MCO	47
TABLE 4	Paramètres du modèle discretisé	47
TABLE 5	Paramètres du modèle de Vašíček	47
TABLE 6	Statistiques descriptives	52
TABLE 7	Résultat du test de Dickey-Fuller	53
TABLE 8	Resultats des tests de normalité	54
TABLE 9	Bilan d'ouverture	63
TABLE 10	Bilan des trois premières années de projection	71
TABLE 11	Compte de résultat des trois premières années de projection	72
TABLE 12	Les flux de trésorerie dans le cas d'un contrat d'épargne selon IFRS 17 .	78
TABLE 13	VFA- Hypothèses économiques et non économiques	87
TABLE 14	Model points onéreux à la transition	92
TABLE 15	Bilan IFRS 17 à la transition	93
TABLE 16	Amortissement de la CSM en utilisant des unités de couvertures non actualisées / actualisées	94
TABLE 17	Table des variations des éléments du passif sous IFRS 17	95
TABLE 18	Bilan et compte de résultat IFRS 17 des trois premières années	96
TABLE 19	Exemple de traitement de la composante de perte - Model point 8	99
TABLE 20	Date-clés (Source : Site officiel MAZARS Maroc)	106
TABLE 21	Valeurs des paramètres entrant dans la modélisation du rachat conjoncturel	109

Introduction

Le projet d'une norme comptable appliquée aux contrats d'assurance a été introduit à la fin des années 90 sans pouvoir élaborer une norme applicable dans des délais compatibles avec la transition aux IFRS en 2005. Dans ce contexte, l'IASB a opté pour une approche en deux étapes, avec tout d'abord l'élaboration d'une première phase d'une norme provisoire « IFRS 4 : Contrats d'assurance » qui repose sur les divers principes comptables locaux existants, et une deuxième phase visant à définir une norme internationale unique.

La deuxième phase de la norme sur les contrats d'assurance désignée par « IFRS 17 » vise principalement l'homogénéisation des pratiques comptables et la présentation des états financiers à l'échelle internationale. En effet, la diversité des modèles comptables locaux rend les comparaisons des résultats et des reportings financiers entre les compagnies d'assurances difficiles. En plus, Les multinationales d'assurance ne peuvent consolider les comptes de leurs activités existants dans les différents pays. Ainsi, la définition d'une telle norme permet aux groupes de consolider leurs comptes, comparer la rentabilité et la performance de leurs activités dans les différents territoires dans lesquels ils exercent.

Les aspects comptables locaux conduisent en général à une évaluation des passifs d'assurance au « coût amorti » avec certaines différences. Ces principes ne permettent pas d'évaluer les engagements de l'assureur d'un point de vue économique. Ainsi, une asymétrie comptable résulte dès lors que les actifs de placements qui reflètent ces engagements sont évalués dans les comptes IFRS en valeur de marché.

Cette deuxième phase a ainsi pour objectif de donner des réponses aux limites des modèles comptables actuels en introduisant des principes de valorisation « Best Estimate » des provisions techniques. Dans ce cadre, la norme IFRS 17 exige des entreprises d'évaluer les contrats d'assurance en utilisant des estimations actualisées et des hypothèses qui reflètent le montant et le calendrier des flux de trésorerie futurs et toute incertitude liée aux contrats d'assurance. Cette exigence permettra de fournir des informations transparentes sur la situation financière et les risques encourus par l'entreprise. La norme exige aussi que l'entité comptabilise les bénéfices au fur et à mesure qu'elle fournit des services d'assurance (plutôt que lorsqu'elle reçoit des primes) et qu'elle fournisse des informations sur les bénéfices des contrats d'assurance qu'elle prévoit de comptabiliser à l'avenir. Ces informations peuvent être utilisées pour évaluer la performance des assureurs et la façon dont cette performance évolue dans le temps.

L'objectif des travaux menés dans le cadre de ce mémoire est d'étudier l'application de la future norme IFRS 17 sur un contrat d'assurance épargne retraite. Il s'agit d'explicitier les différents principes de la norme et les méthodes utilisées pour produire les états financiers exigés et d'expliquer les différents aspects de la norme. L'étude réalisée propose une démarche d'élaboration d'un modèle comptable appelé VFA « Variable Fee Approach » qui est appliqué à des contrats à participation directe.

Les analyses effectuées s'organisent en trois temps :

— Dans un premier temps, nous présentons les principaux apports norme IFRS 17 et les

différents modèles d'évaluation des passifs d'assurance à savoir la Building Blocks Approach (BBA), la Premium Allocation Approach (PAA) et la Variable Fee approach (VFA). Nous détaillons ensuite les différents blocs constitutifs du passif selon la norme IFRS 17. L'analyse des nouveaux principes d'évaluation des provisions techniques nous permet de comprendre les spécifications clés auxquelles devront répondre ces modèles de comptabilisation des passifs pour être conformes au nouveau standard IFRS.

- Dans un second temps nous introduisons le modèle ALM mis en place afin de valoriser l'actif et le passif d'un contrat d'épargne retraite. En effet, ce modèle permet de capter l'effet des scénarios financiers et du portefeuille d'actifs d'une compagnie sur son passif, notamment via la revalorisation annuelle au taux minimum garanti et la participation aux bénéfices. Dans ce cadre, un outil ALM a été implémenté en utilisant le logiciel R pour faire la projection des flux de trésorerie futurs sur une durée de 30 ans et produire les états financiers (Bilan et compte de résultat) tout au long de cette période.
 - Enfin, nous revenons sur la mise en pratique de la norme en utilisant le modèle VFA. Nous analysons en particulier le regroupement des contrats, la comptabilisation initiale selon IFRS 17 et les mécanismes de comptabilisation ultérieure. Nous abordons aussi le cas des contrats onéreux et le traitement de la composante de perte résultante. Finalement, nous analysons les résultats obtenus en mettant en évidence les différentes interprétations possibles relevant de notre compréhension de la norme.
-

Partie I : Norme IFRS 17 : cadre normatif et apports

I. Généralités sur les normes IAS/IFRS

Les référentiels comptables nationaux présentent une grande hétérogénéité au niveau des méthodes utilisées et dans la présentation des états financiers des compagnies d'assurance. D'où la difficulté pour un investisseur de réellement comparer la situation et la rentabilité des compagnies L'IASC (International Accounting Standards Committee) est une entité privée créée en 1973 émet des normes comptables internationales dans le but de faciliter la comparabilité des états financiers de sociétés de différents pays ; ces normes sont les IAS (International Accounting Standards). L'application des IAS n'est pas obligatoire d'où leur mise en pratique peu suivie au sein des différentes sociétés.

En 2001, l'IASC est devenu l'IASB (International Accounting Standards Board) et les normes publiées par la suite sont appelées les normes IFRS (International Financial Reporting Standards). A partir de 2005, toutes les sociétés cotées en Europe doivent présenter leurs comptes consolidés conformément aux normes IFRS. Les entreprises quel que soit leur secteur d'activité sont concernées par les normes IFRS. Une première norme exclusive aux contrats d'assurance, "IFRS 4 : contrats d'assurance" a été publiée en 2005. Cette norme sera remplacée en 2023 par "IFRS 17 : contrats d'assurance" qui a été publiée en mai 2017.

I.1 IAS 1 : présentation des états financiers

La norme IAS 1 se focalise sur la présentation des états financiers. Elle définit la présentation :

- du contenu minimum du bilan
- du compte de résultats
- de la variation des capitaux propres
- des flux de trésorerie
- des annexes

I.2 IAS 19 : comptabilisation des avantages du personnel

L'objet de cette norme est la comptabilisation des avantages du personnel, en prenant en compte les avantages à court terme (salaires, congés...), les avantages des retraités, les avantages à long terme (congés de longue durée) et les indemnités de fin de carrière.

I.3 IAS 32 : présentation des instruments financiers

La norme IAS 32 a pour objectif de présenter une répartition des éléments financiers selon Passif et Actif. Cette norme exige :

- la clarification de la classification des actifs financiers ;
 - l'organisation de la comptabilité des fonds propres ;
 - la délimitation de strictes conditions sous lesquelles l'actif et le passif peuvent se compenser.
-

I.4 IAS 39 : comptabilisation des instruments financiers

IAS 39 a pour objet l'identification et le calcul des passifs et actifs financiers de même que de la vente ou de l'achat de certains contrats non financiers.

La norme IAS 39 classe les actifs financiers en quatre catégories :

- Les actifs financiers devant être évalués en juste valeur par résultat (Held For Trading ou HFT). Ce sont les actifs qui ont été achetés dans le but d'être revendus ;
- Les placements détenus jusqu'à leur échéance (Held To Maturity ou HTM). Ce sont des actifs détenus par une compagnie et qui ne sont pas destinés à être revendus. Le but est donc de les détenir jusqu'à leur maturité ;
- Les prêts et créances (Loans & Receivables ou L&R) ;
- Les actifs financiers disponibles à la vente (Available For Sale ou AFS).

La juste valeur (JV ou Fair Value) est la valeur avec laquelle un actif s'échangerait de gré à gré, ou sa valeur de marché si une cotation existe.

IAS 39 existe depuis 2005 et a été remplacée en 2018 par IFRS 9 car elle fut l'objet de nombreuses critiques. En effet, on lui reproche une trop forte utilisation de la Juste Valeur (qui rend les estimations compliquées), des possibilités de reclassement insuffisantes, une complexité de mise en place trop importante pour répondre aux critères de mise en place de l'IASB et un manque de transparence.

I.5 IFRS 4 : contrats d'assurance

IFRS 4 est l'ancienne norme sur les contrats d'assurance. Elle s'applique à l'ensemble des contrats d'assurance ainsi qu'aux contrats d'investissements avec participation aux bénéfices discrétionnaire.

Lors de la phase I de la norme, les compagnies peuvent toujours recourir aux normes locales pour évaluer leurs passifs d'assurance dans leurs comptes consolidés. Des différences existent tout de même entre la norme IFRS 4 et les normes retenues pour l'établissement des comptes sociaux avec notamment l'apparition du mécanisme de comptabilité reflet et le test de suffisance des passifs.

L'objectif des normes IFRS est de fournir une représentation fidèle de la situation économique de la compagnie. En conséquence, certaines provisions existant en normes locales et garantissant le caractère prudent des provisions techniques sont éliminées sous les normes IFRS.

Liability Adequacy Test

Le Liability Adequacy Test ou le test de suffisance des passifs a pour but de s'assurer qu'en maintenant l'utilisation des normes locales, les passifs d'assurance sont supérieurs aux flux de trésorerie futurs estimés. Dans le cas d'une insuffisance des provisions, celle-ci doit être enregistrée en résultat.

Shadow Accounting

Le shadow accounting ou la comptabilité reflet vise à réduire l'écart comptable entraîné par l'emploi de méthodes de valorisation différentes à l'actif et au passif. En effet, l'application des normes IFRS impose une évaluation de l'actif à la juste valeur, alors que la possibilité de maintenir des normes locales pour l'évaluation des engagements au passif permet une comptabilisation des provisions techniques au coût amorti. La comptabilité reflet permet à l'assureur de changer ses méthodes comptables afin qu'une plus ou moins-value latente affecte l'évaluation de ses passifs d'assurance de la même manière qu'une plus ou moins-value réalisée. Ainsi, une part de la richesse ou de la perte correspondant à cette plus ou moins-value latente revient à l'assuré et vient augmenter ou diminuer les provisions de l'assureur.

I.6 IFRS 7 : Informations sur les instruments financiers

Cette norme se focalise sur la présentation des instruments financiers et l'importance de ceux-ci pour l'organisme. Elle fixe ainsi une présentation spécifique des actifs financiers.

I.7 IFRS 9 : comptabilisation des instruments financiers

La norme IFRS 9 s'articule autour de 3 piliers :

- Le classement et l'évaluation des instruments financiers ;
- La dépréciation d'actifs financiers ;
- La comptabilité de couverture .

Son objectif est de simplifier la norme IAS 39. Elle a été conçue pour être cohérente avec la norme IFRS 17 qui s'appliquera aux contrats d'assurance.

les actifs financiers peuvent être classés en trois catégories : le coût amorti, la juste valeur par le biais du résultat global (OCI), la juste valeur par le biais du résultat net.

Le coût amorti

Un actif financier doit être comptabilisé au coût amorti, si les deux critères suivants sont vérifiés :

- Modèle économique : L'objectif de la détention de l'instrument financier est de percevoir les flux de trésorerie générés par cet instrument.
- caractéristiques des flux : Les termes du contrat de l'instrument financier prévoient le versement de flux de trésorerie, à des dates déterminées, qui correspondent uniquement à des remboursements de principal et à des versements d'intérêts sur le principal restant dû.

La juste valeur par (OCI)

L'actif est évalué en juste valeur par OCI s'il vérifie les critères suivants :

- Modèle économique : La détention de l'instrument financier a pour objectif de percevoir des flux de trésorerie contractuels et de vendre l'actif financier.

- Caractéristiques des flux : Les conditions contractuelles de l'instrument financier donnent lieu, à des dates déterminées, à des flux de trésorerie qui correspondent uniquement à des remboursements du principal et à des versements d'intérêts sur le principal restant dû.

La juste valeur par le biais du résultat net

Un actif financier est comptabilisé à la juste valeur par le résultat net s'il ne peut être classé ni au coût amorti ni à la juste valeur par OCI.

Par exception au modèle général de classification, deux options peuvent être utilisées par l'assureur lors de la comptabilisation initiale. Ces options ont pour but de permettre à l'assureur de s'aligner sur son objectif financier et de piloter ses résultats

Option juste valeur par résultat net

Un actif répondant aux conditions de classement en coût amorti ou juste valeur par OCI peut être classé de manière irrévocable en juste valeur par résultat net sur option lors de la comptabilisation initiale. Cette classification se fait à condition qu'elle réduise considérablement une non-concordance comptable avec la valeur des passifs.

Option juste valeur par OCI

Un instrument de capitaux propres peut être classé de manière irrévocable lors de la comptabilisation initiale dans les autres éléments du résultat global (OCI) sur option s'il n'est pas détenu à des fins de transactions. Lorsque l'option est exercée, les variations de juste valeur sont enregistrées en OCI. Les plus ou moins values latentes ainsi que les plus ou moins values réalisées en cas de revente ne passeront jamais en résultat net, seuls les dividendes le seront pour les actions.

L'évaluation des instrument financiers

Lors de la première comptabilisation, l'organisme doit évaluer un actif financier à sa juste valeur, majorée des coûts ou gain de transaction.

Pour les actifs évalués en coût amorti notamment les obligations, leur valeur doit correspondre au montant actualisé des flux futurs restants à verser sur l'emprunt. Cette actualisation est faite avec le taux d'intérêt effectif. Ce taux correspond au taux qui permet d'égaliser les flux de trésorerie futurs et la valeur comptable brute de l'actif financier.

À l'exception des actifs comptabilisés en option OCI, les produits financiers et les plus ou moins values réalisées sur les actifs sont comptabilisés dans le résultat net.

Modèle de dépréciation de l'actif

IFRS 9 introduit un nouveau modèle de dépréciation basé sur la reconnaissance des pertes de crédits attendues. Ce modèle de dépréciation est applicable aux actifs financiers évalués en coût

amorti et en juste valeur par OCI. La méthode utilisée pour la dépréciation des actifs définit trois niveaux de qualité du crédit.

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Critères de transfert	Variation non significative du risque de crédit	Augmentation du risque de crédit au sein du portefeuille	Augmentation du risque de crédit au niveau individuel
Mesure de la dépréciation	Perte attendue dans les 12 prochains mois	Perte attendue jusqu'à la maturité	Perte attendue jusqu'à la maturité

II. Passage de IFRS 4 à IFRS 17 : généralités et fonctionnement

La norme IFRS 17 s'applique aux contrats d'assurance pour les entreprises qui publient leurs états financiers consolidés conformément aux IFRS. Cette norme est le point culminant d'un projet qui a débuté en 1999. Le plan prendra effet à partir du 1er janvier 2023, sauf report de la date d'application. Cette norme s'applique à tous les contrats d'assurance et les contrats d'investissement avec participation aux bénéfices discrétionnaires.

Conformément à la dynamique de toutes les normes IFRS, l'objectif principal d'IFRS 17 est d'unifier l'évaluation des passifs d'assurance à l'échelle mondiale. Auparavant, plusieurs normes comptables locales ne permettaient pas de comparer objectivement les informations comptables émises par des sociétés ayant des contextes juridiques différents.

En outre, en raison de la complexité et de la diversification croissantes des contrats d'assurance, il est difficile d'interpréter la situation financière des compagnies d'assurance, des mutuelles et des autres acteurs du secteur. Ici, toute la mesure et la comptabilisation du contrat ont été révisées pour minimiser les différences entre les pays.

La norme IFRS 17 vise à garantir la pertinence des informations communiquées et permet une compréhension fidèle de la situation financière des sociétés d'assurance.

Enfin, la nouvelle norme servira de référence lors de la production des états financiers. Ces derniers étant indispensables pour ses utilisateurs, investisseurs ou analystes, qui souhaitent y retrouver une représentation claire et fidèle de la situation financière de la compagnie d'assurance.

II.1 Niveau de regroupement

La norme IFRS 17 requiert que les entités regroupent leurs contrats avant toute comptabilisation. L'agrégation des contrats se fait selon trois critères : les portefeuilles, les cohortes annuelles et les classes de profitabilité.

Un portefeuille comporte des contrats gérés ensemble et qui sont exposés à des risques similaires.

Les cohortes annuelles sont des groupes de contrats émis à moins d'un an d'intervalle. En effet, afin de ne pas regrouper des générations profitables avec des générations non profitables,

la norme IFRS 17 exige qu'une maille de calcul ne peut inclure des contrats souscrits à plus d'une année d'intervalle.

Après la classification des contrats par cohortes annuelles, ils sont ensuite classés en fonction du niveau de profitabilité.

On distingue trois groupes de profitabilité :

- les groupes de contrats reconnus comme onéreux à la date initiale de comptabilisation ;
- Les groupes de contrats dont la probabilité de devenir onéreux à l'avenir n'est pas significative ;
- Les groupes de contrats n'appartenant pas à ces deux groupes.

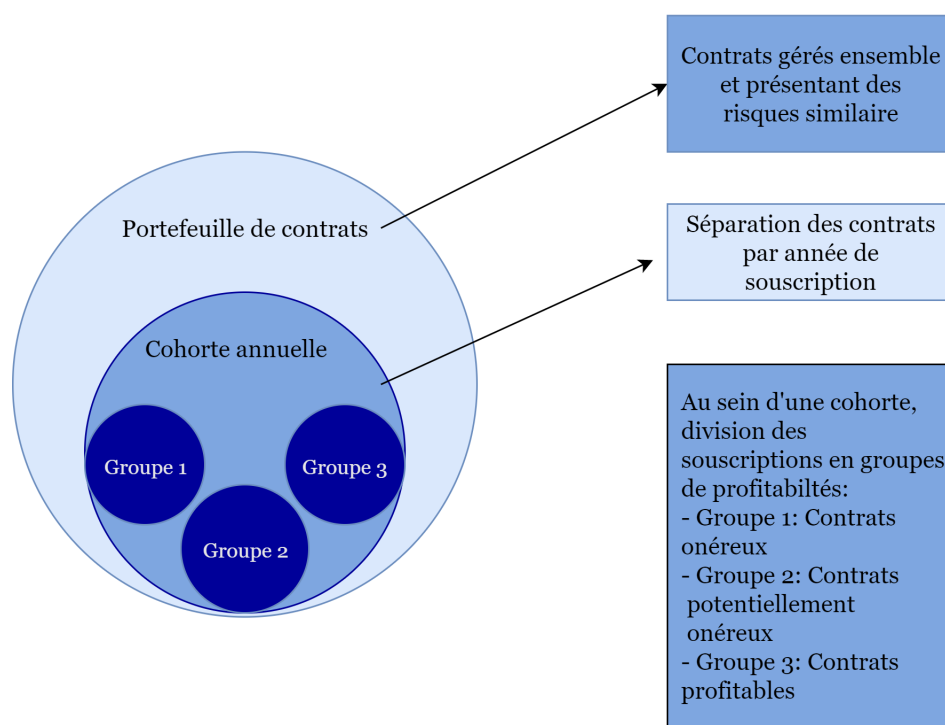


FIGURE 1 – Segmentation des contrats d'assurance selon IFRS 17

II.2 Provisions techniques sous IFRS 17

Sous IFRS 17, l'entité doit évaluer chaque groupe de contrats d'assurance en sommant les deux éléments suivants :

1. Les flux de trésorerie d'exécution (Fulfillment cash flows) que constitue :
 - le Best Estimate des engagements (BE) de l'entité vis à vis des assurés du Groupe de contrats ;
 - Un ajustement destiné à refléter la valeur temps de l'argent et les risques financiers liés aux flux de trésorerie futurs ;
 - Un ajustement pour risque non financier (Risk Adjustment)
2. La marge de services contractuelle ou Contractual Service Margin (CSM) qui représente les profits futurs non encore acquis que l'entité reconnaîtra au fur et à mesure que les services associés au contrat sont fournis.

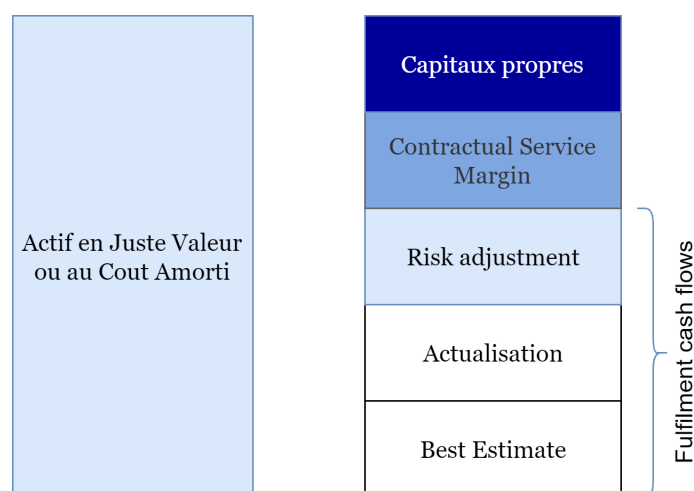


FIGURE 2 – Bilan sous IFRS 17

II.2.1 Fulfillment cash flows

Les Fulfillment Cash-flows (FCF), sont des flux de trésorerie d'exécution constitués des estimations de flux de trésorerie futurs y compris d'un ajustement afin de refléter la valeur temps de l'argent et les risques financiers (BE) et d'un ajustement au titre du risque non financier (RA).

Le Best Estimate

Le Best Estimate, également appelé Current Estimate, représente la meilleure estimation de l'engagement de l'assureur. Il est calculé en utilisant la technique d'évaluation par projection des flux probables actualisés.

Cette technique consiste à projeter la totalité des flux futurs probables relatifs au contrat sur toute sa durée de vie. Chacun de ces flux est ensuite actualisé à l'aide d'une courbe de taux qui rend compte de la valeur temps de l'argent entre la date initiale et la date d'exécution du flux et du risque financier associé au contrat. Après sommation des flux, on obtient la valeur du BE. le BE doit donc répondre aux quatre critères suivants :

- Intégrer toute l'information disponible sur les flux futurs relatifs au contrat (en considérant la moyenne pondérée des probabilités d'occurrence) ;
- Refléter les prévisions de l'entité de telle manière à ce que les estimations des variables de marchés nécessaires à son calcul soient cohérentes avec les prix observables sur le marché ;
- Etre actuel, c'est-à-dire refléter les conditions existantes à la date du calcul en intégrant les informations sur les événements futurs tels qu'ils sont connus au moment de l'évaluation ;
- Etre explicite, c'est-à-dire qu'il doit être calculé indépendamment de l'ajustement pour risques non financiers et de la valeur temps de l'argent et de l'ajustement pour les risques financiers.

Le taux d'actualisation

IFRS 17 ne précise pas la manière de construction de la courbe des taux d'actualisation utilisée pour la valorisation du bilan. Cependant, les taux d'actualisation doivent vérifier les trois conditions suivantes :

- Refléter la valeur temps de l'argent et les caractéristiques des flux de trésorerie et des contrats d'assurance (illiquidité) ;
- Être cohérents avec les prix de marché courants observables ;
- Exclure l'effet des facteurs n'ayant pas d'impact sur les flux de trésorerie futurs des contrats d'assurance.

La norme propose deux approches pour la construction des courbes des taux d'actualisation :

- **La méthode Bottom-up** qui ajuste la courbe des taux sans risque avec une prime de liquidité représentative des caractéristiques de liquidité des contrats d'assurance ;
- **La méthode Top-down** qui considère une courbe de rendement d'un portefeuille d'actifs de référence, puis en extrait les effets des facteurs non liés aux caractéristiques des flux financiers des contrats d'assurance.

L'utilisation d'une approche ou de l'autre devrait aboutir à la même courbe d'actualisation. Les taux d'actualisation doivent être mis à jour à chaque date d'évaluation.

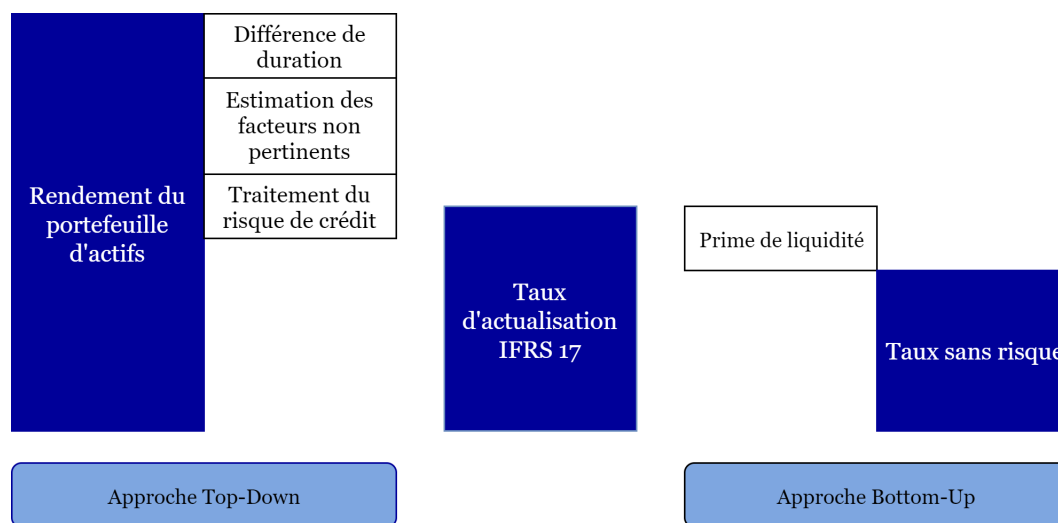


FIGURE 3 – Taux d'actualisation sous IFRS 17

Risk adjustment (RA)

Le risk adjustment porte sur le risque non financier qui découle uniquement du risque d'assurance, le risque financier étant déjà capté dans l'estimation des flux de trésorerie futurs et des taux d'actualisation.

Il correspond au montant qu'une entité demanderait pour prendre à sa charge l'incertitude liée au risque non financier, sur le montant et l'échéance des flux de trésorerie futurs du contrat. Il représente l'appétance au risque de l'entité et peut varier d'une entité à une autre pour un même portefeuille.

Dans la première version de l'exposure draft, en 2010, trois méthodes de calcul étaient

suggérées : la méthode du coût du capital, la méthode du niveau de confiance (VaR) et la méthode "conditional tail expectation"(TVaR).

La norme ne prescrit aucune méthode particulière pour la détermination du RA, mais précise que le montant de l'ajustement doit vérifier les critères suivants :

- être plus élevé pour des risques liés aux sinistres extrêmes que pour des sinistres attritionnels ;
- être plus élevé si la durée des contrats est plus longue à risque similaire ;
- être plus élevé si la distribution de probabilité des risques est large que si elle est étroite ;
- être plus élevé si l'estimation et la tendance présentent de nombreuses inconnues ;
- être moins élevé si les récents résultats techniques réduisent l'incertitude autour du montant et de l'échéancier des flux de trésorerie, et vice-versa.

II.2.2 La marge de service contractuelle

La marge de service contractuelle est une nouvelle provision introduite par la norme IFRS 17. Elle correspond aux profits futurs actualisés relatifs aux services fournis par l'entité pour un groupe de contrats. Lors de la première comptabilisation, la CSM est calculée de façon à ce qu'aucun profit ne soit initialement réalisé.

La CSM ne peut être négative. En cas de contrat onéreux les pertes sont directement constatées dans le résultat de l'assureur sous le nom de composante de perte.

La CSM à la date initiale est égale à :

$$CSM_0 = \text{Max}\{0, -BE_0 - RA_0\}$$

Une fois la CSM initiale déterminée, celle-ci est relâchée au compte résultat pendant toute la durée de vie des contrats. Ce relâchement représente la couverture fournie et est ajusté de manière à tenir compte des changements d'hypothèses affectant les flux de trésorerie futurs. Pour cette raison, l'amortissement de la CSM se fait sur la base du nombre d'unités de couverture pour un groupe de contrats donné.

Le nombre d'unités de couverture d'un groupe de contrats est la quantité de couverture fournie par ces contrats, déterminée à partir des prestations et de la durée estimée de chaque contrat.

II.3 Approches de valorisation

L'évaluation du passif sous la norme IFRS 17 se fait selon trois modèles de comptabilisation en fonction des caractéristiques des contrats :

- Les contrats participatifs sont valorisés selon l'approche **VFA : Variable Fee Approach**
 - Les contrats non participatifs sont valorisés selon le modèle général : **BBA (Building Block Approach)**
 - Des contrats peuvent être éligibles à une approche simplifiée : **PAA (Premium Allocation Approach)**.
-

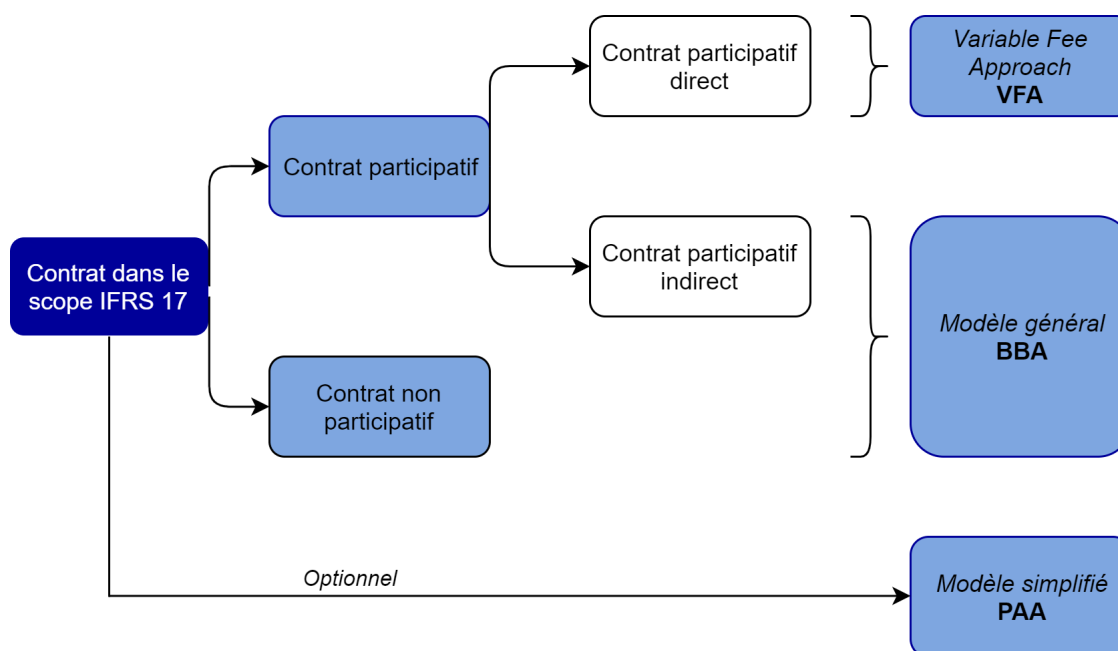


FIGURE 4 – Les 3 approches de valorisation sous IFRS 17

II.3.1 Le modèle général

Le modèle général ou **Building Block Approach** s'applique aux contrats d'assurance participatifs dont la participation aux bénéfices est indirecte et aux contrats non participatifs. Il est valable pour tous les contrats non éligibles à l'approche **VFA** ou lorsque l'approche **PAA** n'est pas applicable. Ces deux notions sont définies dans les sections qui suivent. Il prévaut de plus, pour les contrats de réassurance détenus par une entité.

La modèle général se base sur une construction en blocs. Ceux-ci correspondent aux provisions techniques présentées précédemment : Le BE, le RA et la CSM.

Comptabilisation

Dans un premier temps, tous les postes du bilan sont initiés. Les actifs sont évalués à $t = 0$ ainsi que les flux de trésorerie d'exécution (BE+RA) . L'actualisation des flux est faite au taux courant. A partir de ces éléments, la CSM initiale est calculée. Le résultat à $t = 0$ est nul.

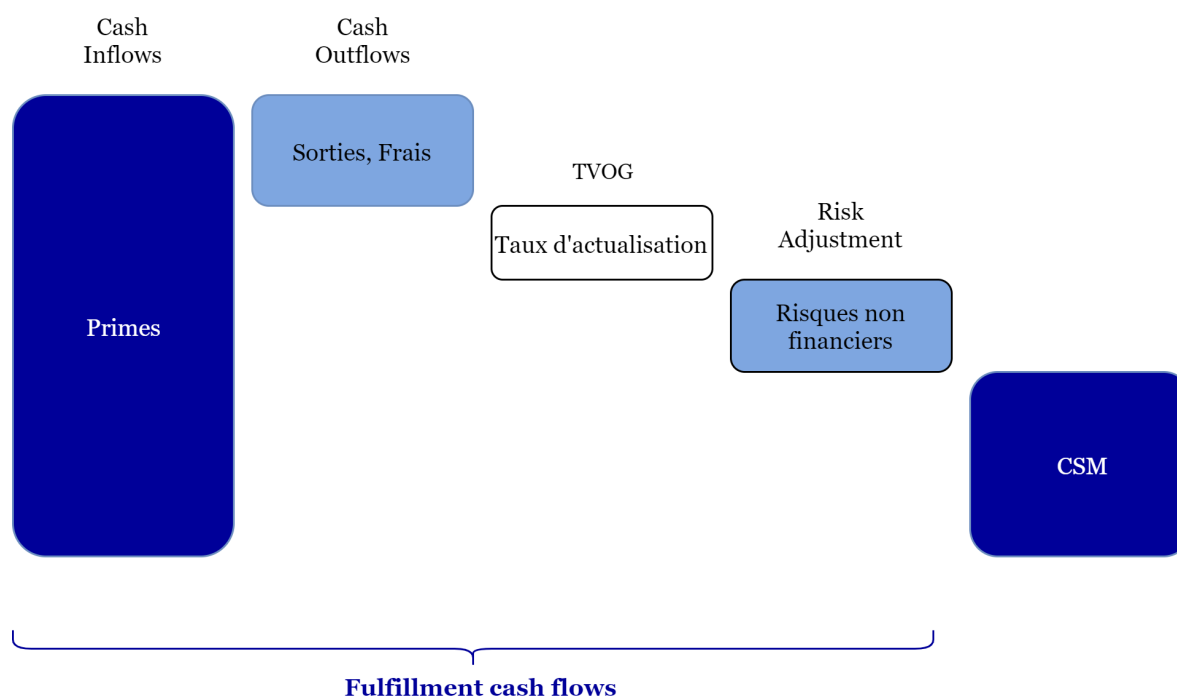


FIGURE 5 – Initialisation du modèle général

Dans un deuxième temps, on établit le bilan et le compte de résultat de l'année suivante ou des années à venir en faisant des projections.

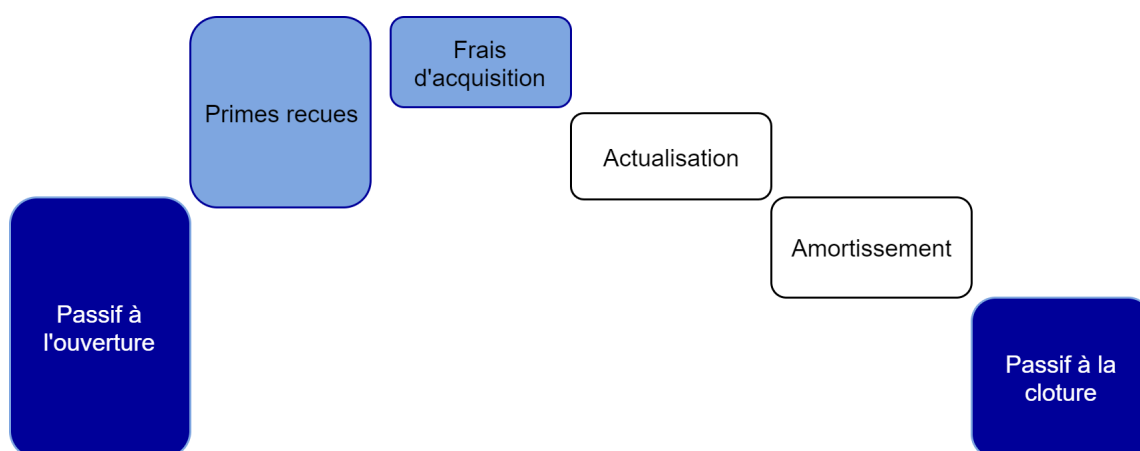


FIGURE 6 – Evolution de la CSM dans le modèle général

1. Il ne peut y avoir de nouveaux contrats dans le groupe que lorsque celui-ci existe depuis moins de 12 mois.
2. Sous le modèle général, la charge d'intérêt relative au passage du temps est calculée au taux "locked-in", c'est-à-dire le taux estimé lors de la première comptabilisation.
3. Les modifications d'hypothèses qui impactent le niveau de la CSM sont ceux relatives à des hypothèses non financières uniquement. Les changements d'hypothèses conduisant à une réévaluation des engagements liés à des survenances passées ne sont pas prises en compte dans le calcul de la CSM

4. L'amortissement de la CSM est enregistré en résultat de et doit représenter les services rendus sur la période de couverture.

II.3.2 Le modèle VFA

Le modèle VFA ou la **Variable Fee Approach** est une variante du modèle général. Il est applicable lorsque les contrats à comptabiliser sont des contrats participatifs et plus particulièrement des contrats à participation directe. Selon la norme, cette approche s'applique lorsque les contrats vérifient les critères suivants :

- Les termes précisent que les détenteurs des polices participent à un fond où les groupes d'actifs sont clairement identifiés ;
- L'assureur prévoit de reverser à l'assuré une part substantielle de la juste valeur des rendements des actifs sous-jacents ;
- L'assureur s'attend à ce qu'une part substantielle de toute modification du montant à reverser à l'assuré varie selon l'évolution de la juste valeur des actifs sous-jacents.

Comptabilisation

A la première comptabilisation, l'évaluation se fait identiquement au modèle général. C'est aux arrêtés comptables ultérieurs que des dispositions spécifiques sont appliquées à la CSM dans le modèle VFA pour tenir compte des particularités des contrats participatifs :

- Tous les changements d'hypothèses futures sont compensés en CSM tant que celle-ci reste positive ;
- La CSM évolue en fonction de la part de l'assureur dans les actifs sous-jacents ;
- Le résultat financier est nul car les produits financiers sont compensés par les charges d'intérêts du passif.

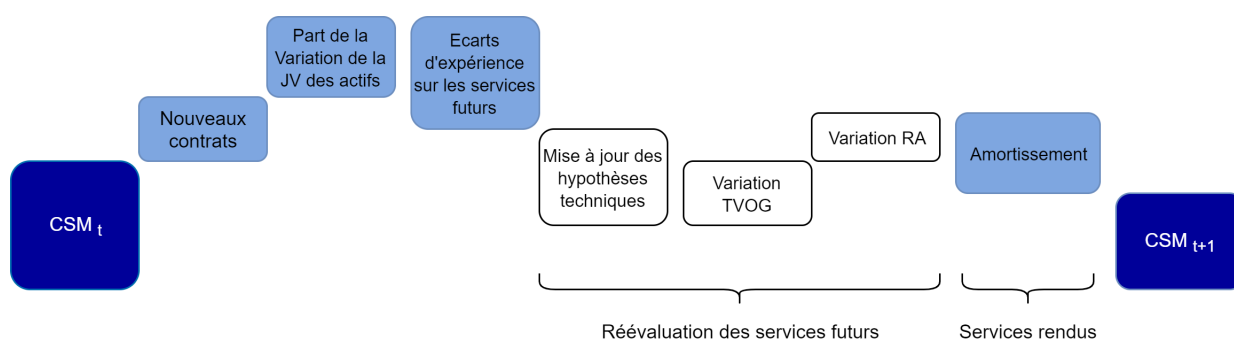


FIGURE 7 – Evolution de la CSM dans le modèle VFA

II.3.3 Le modèle PAA

Le modèle PAA ou la **Premium Allocation Approach** est un modèle alternatif désigné aux contrats à maturité courte. Cette approche s'applique uniquement aux contrats d'une période de couverture ne dépassant pas un an.

Pour ces contrats, la mise en place du mécanisme de CSM ne présente pas réellement

d'intérêt puisque la faible durée de couverture empêche une trop grande distorsion temporelle entre le paiement des primes et la survenance des sinistres.

Il s'agit d'une approche comptable plus simple que les modèles VFA et BBA et dont l'utilisation est optionnelle.

Comptabilisation

Lors de la première comptabilisation, la valeur du passif est égale au montant des primes reçues moins les flux de trésorerie relatifs aux frais d'acquisition.

Pour toute réévaluation ultérieure, le passif est déterminé comme présenté ci-dessous :

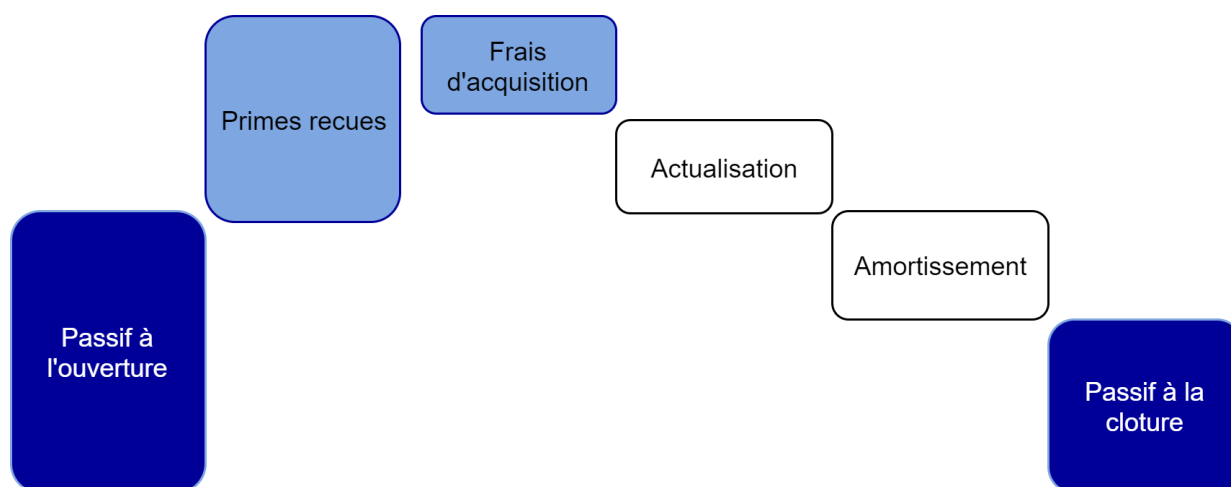


FIGURE 8 – Evolution du passif sous le modèle PAA

II.4 Transition

La norme IFRS 17 exige le calcul des provisions du passif au début des contrats notamment la marge de service contractuelle (CSM). Le passage à la nouvelle norme sera d'autant plus difficile vu que les sociétés d'assurances vont devoir l'appliquer sur des contrats déjà existants en portefeuille. L'enjeu réside dans la reconstitution de la marge de service contractuelle pour chaque contrat ou groupe de contrat à la date de transition pour déterminer les résultats comptables futurs.

II.4.1 L'approche rétrospective complète

Afin de déterminer la CSM à la date de transition, la norme préconise d'appliquer ce qui est appelée l'approche rétrospective complète ou la **Full Retrospective Approach** qui consiste à revenir dans le passé pour chaque contrat en stock et appliquer la norme IFRS 17 comme si elle avait toujours existé. Cette approche présente de nombreuses difficultés opérationnelles et s'avère, dans les faits, impossible à implémenter pour de nombreux contrats pour lesquels les données nécessaires manquent.

La norme propose alors deux méthodes simplifiées au cas où l'approche rétrospective complète serait impossible à appliquer.

II.4.2 L'approche rétrospective modifiée

Cette approche est moins complexe que la méthode rétrospective complète. Les sociétés qui adoptent cette approche peuvent effectuer des simplifications en raison du manque de données. Cependant, elle nécessite aussi un grand nombre de données rétrospectives. Le but étant de se rapprocher des résultats qui auraient été obtenus en utilisant la méthode complète. Le calcul de la CSM se fait sur la base de l'estimation des flux de trésorerie futurs au moment de la transition et des flux de trésorerie passés entre la date de première comptabilisation et la date de transition.

II.4.3 L'approche par juste valeur

L'approche de la juste valeur permet de déterminer la CSM ou la composante de perte à la date de transition pour un groupe de contrats comme la différence entre la juste valeur des actifs d'un groupe de contrats d'assurance et les flux de trésorerie d'exécution (**Fulfillment cash flows**) du groupe mesurés à cette date.

$$CSM_{transition} = \text{Juste Valeur} - \text{Flux de trésorerie}$$

Cette juste valeur est le prix à recevoir pour la vente d'un actif ou à payer pour le transfert d'un passif dans une transaction sur le marché principal à la date d'évaluation.

Les contrats déficitaires ne sont pas pris en compte dans le calcul de la CSM à la date de transition. Les pertes relatives à ces contrats sont directement enregistrées au niveau du compte de résultats.

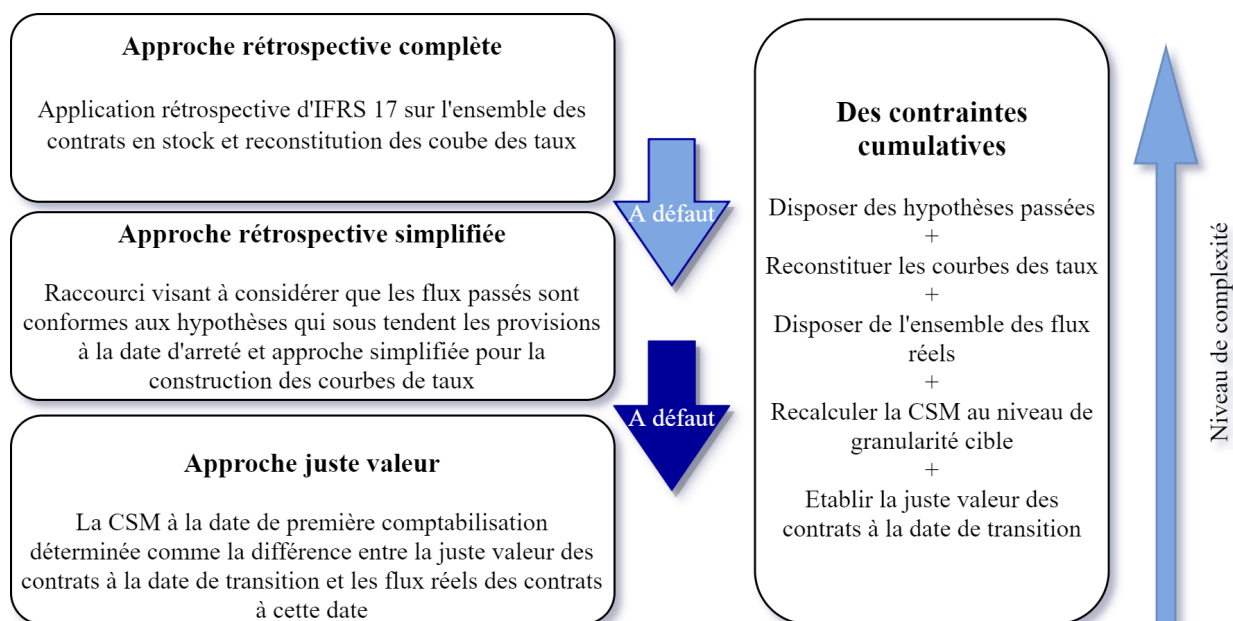


FIGURE 9 – Méthodes de transition lors de la première comptabilisation en IFRS 17

Partie II : Assurance vie - Exemple d'un contrat d'épargne

I. Introduction

L'objectif principal de l'assurance est de protéger les personnes contre les risques et les dangers qu'elles rencontrent dans leur vie. Ainsi, l'assurance est un élément clé du développement socio-économique des pays. En effet, l'importance de ce secteur pour une économie peut être mesurée par la taille de ses activités, le nombre de ses employés dans un pays donné, les actifs gérés ou sa contribution au PIB national. Le secteur assurantiel joue en fait un rôle fondamental dans le fonctionnement d'une société moderne, étant donné que c'est une condition préalable nécessaire à l'existence de plusieurs activités comme l'industrie, la construction et le transport.

Nous présentons dans ce chapitre les notions de bases relatives à l'assurance vie ainsi qu'un aperçu global de ce secteur au Maroc. Ensuite, nous faisons un focus sur les contrats épargne, qui constituent l'objet de notre étude, pour enfin présenter les caractéristiques techniques du portefeuille étudié constituant le passif de la société.

II. Généralités sur l'assurance vie

Avant de parler de l'assurance vie et d'énoncer ses principales caractéristiques, il est primordial de la situer par rapport aux autres catégories d'assurance. En effet, Il existe deux grandes catégories d'assurance qui se distinguent par leur objet à savoir les biens de l'individu ou sa personne physique. Ainsi on distingue :

- **Les assurances dommages** : elles ont pour but de garantir les biens de l'individu et les dommages qu'il pourrait causer à autrui.
- **Les assurances de personnes** : elles ont pour but de garantir l'intégrité physique de l'individu et les conséquences d'un décès prématuré ou d'une vieillesse prolongée ou de couvrir les risques relatifs aux individus comme les accidents corporels, la maladie, le décès ou l'invalidité.

Assurance de dommages		Assurance de personnes	
Assurance de biens	Assurance de responsabilité	Assurance vie	Assurance dommage corporel
Garanties des biens appartenant à l'assuré	Garanties de dommages causés aux tiers	En cas de vie ou de décès	Accidents ou maladie

TABLE 1 – Catégories d'assurance

L'assurance vie fait partie de la catégorie des assurances de personne. Elle en constitue la principale partie à côté de l'assurance contre les accidents corporels et de l'assurance maladie.

Un contrat d'assurance sur la vie est un contrat par lequel, en contrepartie de versements des primes uniques, périodiques ou libres, l'assureur s'engage à verser au bénéficiaire désigné des prestations en cas de décès de la personne assurée ou de la survie de la personne assurée à une date fixée au contrat.

II.1 Types de garanties

Assurance vie entière

L'assurance vie entière est un contrat dans lequel l'assureur s'engage à assurer le versement d'une prestation aux bénéficiaires désignés en cas de décès de l'assuré.

Assurance temporaire décès

L'assurance temporaire décès est un contrat dans lequel l'assureur s'engage à effectuer le paiement d'une prestation en cas de décès de l'assuré à condition que le décès survienne avant une date déterminée au contrat. Si l'assuré décède après, aucune prestation n'est due par l'assureur et les primes lui sont acquises.

Assurance en cas de vie

On distingue le capital différé et le contrat de rente viagère :

— Capital différé

Le capital différé ou la dotation pure N année garantit le versement d'un capital au bout des N années à condition que le souscripteur soit encore vivant.

— Rentes viagères

Les rentes viagères garantissent une prestation échelonnée tant que l'assuré est en vie et ce jusqu'à son décès quelque soit la date.

Assurance mixte

Il s'agit d'une combinaison d'une temporaire décès et d'un capital différé, il y a donc une garantie en cas de vie et une en cas de décès. Ce contrat permet de réaliser une option d'épargne et de prévoyance en même temps.

II.2 Types de contrats

Prévoyance

Les contrats de prévoyance sont des contrats qui protègent les assurés contre des événements imprévus qui peuvent modifier leur vie normale. Ces contrats couvrent ainsi les risques liés au décès, maladie, invalidité et incapacité de travail.

Epargne ou capitalisation

Les contrats d'épargne sont des contrats de capitalisation qui assurent au souscripteur, à l'échéance, le versement d'un capital (ou d'une rente) supérieur ou égal aux primes versées par l'assuré. Ces primes sont revalorisées chaque année par un taux moyen garanti TMG qui représente le taux de rendement minimum que l'assureur se doit légalement de verser à l'assuré chaque année. En plus, l'assureur s'engage à majorer ces primes par une participation aux

bénéfices (PB). Les contrats d'épargne sont eux-mêmes répartis en 2 grandes catégories, selon qu'ils soient investis sur un seul ou plusieurs supports.

- **Le contrat mono support** : investi sur un seul fonds, généralement investi sur les marchés monétaires peu risqués, et plus rarement en unités de compte (actions, obligations, parts de Sociétés d'investissement à capital variable (Sicav) etc. . .).
- **Le contrat multi support** : Généralement, ces contrats combinent un fonds en devise pour sécuriser l'épargne placée, et des fonds en unités de compte pour rechercher des performances et des rendements plus élevés. L'allocation de l'épargne est faite en fonction de la stratégie financière et du niveau de risque accepté par le souscripteur.

Pour les contrats d'épargne, il y a deux éléments essentiels sur lesquels repose la performance du contrat :

- **Le taux minimum garanti TMG** : Il fait partie des garanties implicites des contrats d'assurance-vie. Les entreprises pratiquant les opérations d'assurances sur la vie ou de capitalisation peuvent garantir, dans leurs contrats un taux minimum auquel évolue la provision chaque année (i.e. à la fin de chaque période, l'engagement de la compagnie est revalorisé).
- **La participation aux bénéfices PB** : C'est la part des bénéfices financiers qu'elle réalise sur les placements effectués pour le compte de ses assurés distribués sur ces derniers. La plus part des compagnies pratiquent des taux compris entre 80% et 90% selon La Fédération Marocaine des Sociétés d'Assurances et de Réassurance.

III. Le marché des assurances au Maroc

L'activité du secteur des assurances connaît une progression constante au Maroc. Ce dernier est classé le deuxième plus grand marché d'assurances en Afrique derrière l'Afrique du sud, et le troisième dans la région MENA (Middle East and North Africa) derrière les Émirats arabes unis et l'Arabie saoudite.

Porté par la bonne tenue de la branche Non-Vie, le secteur des assurances au Maroc a pu enregistrer un chiffre d'affaires de 47,7 GDH à fin décembre 2020, représentant une hausse de 2% par rapport à 2019. Selon l'ACAPS, la branche vie a enregistré un chiffre d'affaires s'élevant à 20,4 GDH, soit une légère diminution de 0,2%. De son côté, l'activité de la branche non vie a progressé de 3,9% durant la même période et a généré 25,36 GDH de chiffres d'affaires à la fin de l'année 2020.



FIGURE 10 – Structure des primes par branche

Source : ACAPS

La branche vie et capitalisation a connu en 2020 une diminution des émissions des primes de 0.3% par rapport à l'année 2019, cela peut être expliqué par les effets de la pandémie sur le comportement général du consommateur. L'épargne-support Dirhams représente la première sous branche dans l'assurance vie en termes d'émission des primes avec un montant de 16 555.1 GDH. L'épargne en unité de compte a connu une tendance haussière de 15.7% par rapport à l'année 2019. La branche non vie a bien résisté à la crise et a enregistré un montant des primes émises de 24 766 GDH, soit une hausse de 2.3% par rapport à 2019.

	Primes (2020)	Evolution (vs n-1)
Vie	20 395,4	-0,3%
Epargne-Supports Dirhams	16 055,1	-1,0%
Décès	2 918,2	-3,2%
Epargne-Supports Unités de Compte	1 422,1	15,7%
Non vie	24 766,0	2,3%
Evènements catastrophiques	476,7	-
Accidents corporels	4 417,9	0,0%
<i>dont maladie</i>	3 751,4	0,9%
AT & MP	2 207,0	-3,7%
Automobile	11 964,5	0,1%
<i>dont RC</i>	9 924,0	-0,5%
RC Générale	567,8	0,0%
Incendie	1 920,9	19,4%
Risques techniques	173,6	-39,9%
Transport	652,6	2,0%
Assistance - crédit - caution	1 429,8	-12,5%
Autres opérations	955,3	17,0%
Acceptations	559,8	171,3%
Vie	0,5	-45,2%
Non vie	559,3	172,2%
Total	45 721,3	1,9%

FIGURE 11 – Activité technique des entreprises d'assurances et de réassurance

Source : ACAPS

Les produits épargne sont devenus de plus en plus attractifs aux yeux des ménages. En effet, ces produits représentent un outil d'investissement très rentable et permettent de garantir des fonds pour la retraite ou de constituer un patrimoine tout en les protégeant contre les chocs qu'ils peuvent rencontrer durant leur vie.

En 2020, les produits épargne-Supports Dirhams ont occupé la première place en termes d'émission des primes par rapport aux autres catégories avec un montant de 16 055 GDH. Ce qui confirme l'importance naissante d'un tel produit pour les compagnies d'assurances en particulier et pour l'économie en général.

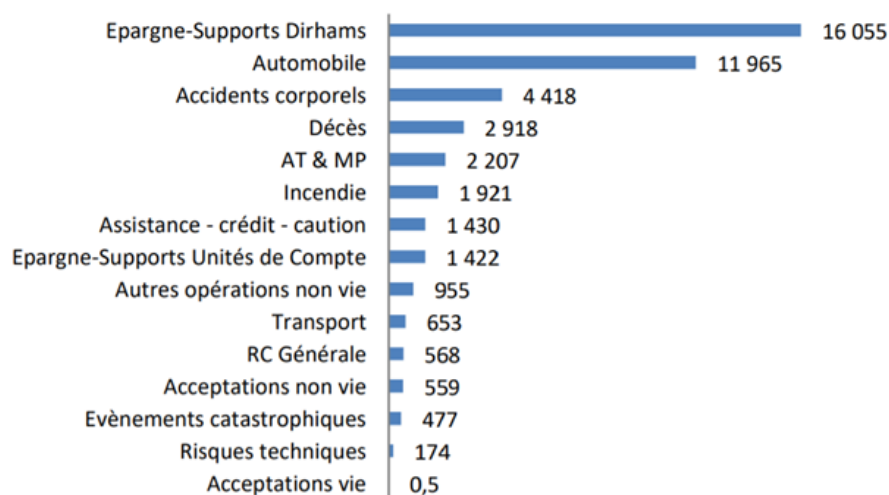


FIGURE 12 – Structure des primes par catégorie

Source : ACAPS

IV. Présentation du portefeuille étudié

Le portefeuille étudié est constitué des contrats retraite collective à adhésion individuelle en run off¹.

La table ci-dessous illustre bien les différentes composantes et caractéristiques de ce contrat :

1. toute souscription d'affaires nouvelles est arrêtée entraînant le traitement du stock des provisions techniques dans le temps jusqu'à leur épuisement total

TABLE 2 – Caractéristiques du contrat

Contexte / Régime	<ul style="list-style-type: none">— Le régime d'épargne retraite représente l'ensemble des contrats d'investissements financiers permettant la constitution progressive d'une retraite principale ou complémentaire lors de la vie active de la personne, en vue de disposer d'une rente viagère ou d'un capital à la retraite.— En d'autres termes, l'épargne retraite est une forme d'épargne par capitalisation, constituée à partir des versements périodiques de l'épargnant. Les sommes sont capitalisées jusqu'au départ à la retraite et elles seront alors versées sous forme de capital ou transformées en rente viagère.
--------------------------	--

Objet	<ul style="list-style-type: none">— Retraite complémentaire sous forme d'un capital.
Garantie principale	<ul style="list-style-type: none">— En cas de survie de l'assuré à l'âge de départ à la retraite (Capital) : La constitution progressive d'une retraite complémentaire, par achat de parts dont la valeur nominale est fixée à 100,00 DH.— En cas de décès de l'affilié avant la retraite (Contre assurance) : Le paiement en cas de décès de l'assuré, d'un capital égal à la valeur des parts accumulées à cette date.
Bonus	<p>En fonction des bénéfices dégagés dans l'année en cours, l'assuré ayant souscrit régulièrement pendant 10 ans peut bénéficier s'il continue sa souscription pour au moins 3 ans d'un bonus de fidélité :</p> <ul style="list-style-type: none">— la fin de la 13^{ème} année du contrat : 1% de l'épargne revalorisée à cette date.— A la fin de la 15^{ème} année du contrat : 2% de l'épargne revalorisée à cette date.— A la fin de la 20^{ème} année du contrat : 3% de l'épargne revalorisée à cette date.
Date d'effet	<ul style="list-style-type: none">— Dès la signature et le paiement de la première cotisation rente certaine par achat de parts de valeur fixée à 100dh
Durée	<ul style="list-style-type: none">— L'âge de retraite est fixé librement entre 55 ans et 65 ans au moment de la souscription.
Fréquence des versements	<ul style="list-style-type: none">— Régulière : mensuelle, bimensuelle— Exceptionnelle

Valorisation de l'épargne	<ul style="list-style-type: none">— L'épargne constituée par l'achat de parts augmente annuellement en fonction d'une capitalisation au taux d'intérêt technique en vigueur, auquel s'ajoute la participation aux bénéfices d'un taux de 70% après la clôture de chaque exercice.
Frais	<ul style="list-style-type: none">— Frais de gestion : un taux contractuel par an de l'épargne constituée et revalorisée au taux technique en vigueur.— Frais de souscription : un pourcentage de la valeur nominale de chaque part souscrite qui dépend du nombre de parts achetés.
Rachat total / partiel	<ul style="list-style-type: none">— Durée de souscription inférieure à 3 ans : Le rachat est effectué sur la base de la valeur nominale des parts souscrites ;— De 3 à 5 ans : Le rachat est effectué sur la base de la valeur nominale des parts souscrites auxquelles s'ajoute 70% du Bonus ;— De 5 à 8 ans : Le rachat est effectué sur la base de la valeur nominale des parts souscrites auxquelles s'ajoute 90% du bonus ;— De 8 à 10 ans : Le rachat est effectué sur la base de la valeur nominale des parts souscrites auxquelles s'ajoute 95% du Bonus ;— Au-delà de 10 ans, le rachat s'effectue sur la base de la totalité de l'épargne revalorisée (parts + Bonus).

Options au terme du contrat	<ul style="list-style-type: none">— Recevoir un capital égal à la valeur de rachat des parts accumulées à cette date ;— La liquidation est effectuée sur la base de la totalité de l'épargne revalorisée dans les cas suivants :<ul style="list-style-type: none">– Pour les assurés âgés de 60 ans ou plus.– Pour les assurés âgés entre 55 ans et 59 ans à condition que la durée d'adhésion soit au moins égale à 5 années au moment de la liquidation.
Résiliation du contrat	<ul style="list-style-type: none">— Selon la réglementation en vigueur en matière d'assurance.

Partie III : Gestion Actif / Passif

I. Généralités sur la gestion Actif / Passif

La gestion actif / passif permet aux compagnies d'assurances de reconnaître et quantifier les risques présents dans son portefeuille ainsi que de réduire les risques résultant d'une inadéquation entre l'actif et le passif. En appariant stratégiquement les actifs et les passifs, les institutions financières peuvent atteindre une plus grande efficacité et rentabilité tout en réduisant les risques. Une des plus grandes difficultés pour une compagnie proposant des contrats d'assurance vie est d'évaluer efficacement les relations existantes entre l'actif et le passif. C'est dans cette optique que la gestion actif/passif est nécessaire pour modéliser le bilan et projeter les différents flux d'une compagnie d'assurance.

Dans ce cadre, l'assureur doit projeter une multitude de flux de trésorerie. Certains sont facilement déterminés, comme les frais de gestion ou le paiement des intérêts de la dette. Néanmoins, d'autres le sont moins et ils nécessitent une modélisation comme les prestations (décès ou rachat), ainsi que les revenus financiers.

Ainsi, la compagnie d'assurance doit être en mesure d'estimer ses encaissements et décaissements futurs pour chaque année de projection.

Notons que la valeur économique des engagements dépend étroitement des actifs que la compagnie possède en contrepartie. Par exemple, si le rendement financier est élevé, le rendement des contrats le sera également. Ainsi, le produit concerné va attirer plus de clients. Une telle opération aura une incidence directe sur le Best Estimate. Réciproquement, si le rendement financier est faible, les revenus des contrats le seront également, ce qui va pousser une grande partie des assurés à racheter leurs contrats afin d'investir dans des produits plus rentables.

Pour faire face à tous ses aléas, l'assureur doit disposer d'un générateur de scénarios économiques afin de projeter l'évolution de ses actifs selon différents scénarios possibles qui reflètent au mieux la réalité économique.

Les résultats du générateur des scénarios économiques ainsi que les model points de l'actif et du passif constituent ainsi les inputs de notre modèle ALM. Ce dernier va utiliser tous ces éléments en prenant en considération l'interaction actif-passif pour pouvoir tracer tous les flux et construire ainsi le bilan et le compte de résultats sur trente ans. Ces flux vont nous permettre de calculer le Best Estimate qui constitue un élément important du passif dans la norme IFRS 17.

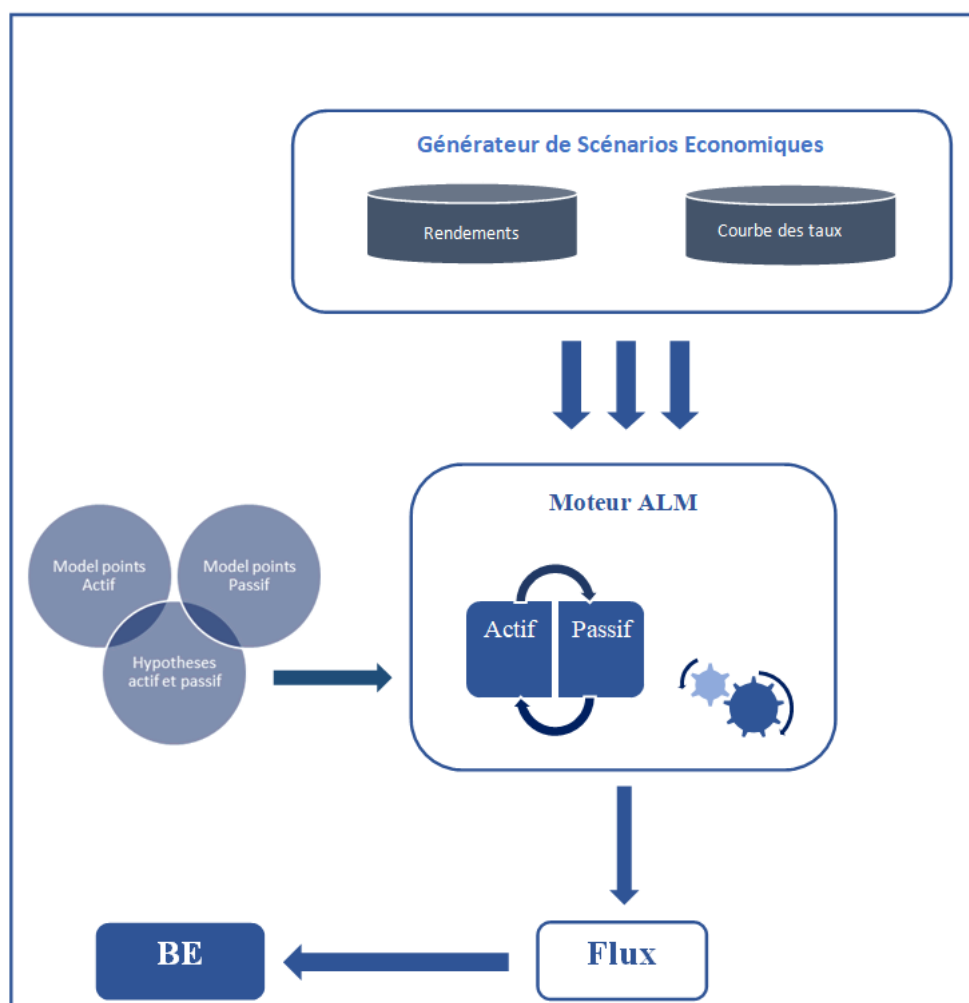


FIGURE 13 – Fonctionnement du moteur ALM

II. Générateur de scénarios économiques

La modélisation et le calcul du Best estimate nécessite la connaissance des flux futurs des années de projection. Dans cette perspective, l'entité doit être capable de projeter simultanément l'actif et le passif de son portefeuille.

Comme nous avons déjà expliqué dans le paragraphe précédent, le GSE est l'un des inputs de notre modèle ALM. En effet, c'est grâce à cet élément que l'assureur peut anticiper l'évolution de ses actifs selon différents scénarios économiques et faire la projection de l'actif selon un scénario central.

Un scénario économique est défini comme étant une projection dans le temps de différentes grandeurs économiques et financières (taux, actions...). Ainsi, afin de pouvoir réaliser l'étude ALM, il faut disposer de plusieurs scénarios économiques qui vont décrire les évolutions potentielles des actifs de notre portefeuille dans le temps : c'est l'objectif du Générateur de Scénarios Economiques (GSE).

Dans notre cas, le GSE permet de disposer de simulations stochastiques de l'évolution annuelle de :

- La courbe des taux ;
- L'indice des actions ;
- Le rendement annuel du monétaire.

Les scénarios ainsi générés vont être utilisés par la suite dans le moteur ALM dans le but de déterminer les flux futurs de la trésorerie, et par la suite contribuer au calcul du Best Estimate et de manière plus générale, Permettre la projection du bilan d'une entreprise.

II.1 Hypothèses concernant le GSE

Les simulations générées par le GSE ont les propriétés suivantes :

- Market Consistent : ces simulations stochastiques doivent refléter les conditions du marché à la date considérée et reproduire les prix du marché des actifs avec un certain seuil de confiance ;
- Chaque simulation générée par le GSE est une réalisation de l'évolution, jusqu'à l'horizon de projection, de l'ensemble des actifs ;
- Les corrélations entre les actifs sont supposés inexistantes.

De plus, un calcul de la meilleure estimation par approche Monte-Carlo sera utilisé dès lors que plusieurs éléments ne peuvent être déterminés de manière exacte par formule fermée et compte tenu de la complexité de la dépendance des flux de trésorerie à l'évolution des prix des actifs sur l'horizon de projection.

II.2 Méthode de Monte Carlo

La simulation de Monte-Carlo est une méthode algorithmique qui permet d'estimer une quantité numérique en utilisant des nombres aléatoires. La simulation de Monte-Carlo présente le double avantage d'être simple à utiliser et de pouvoir être appliquée à plusieurs problèmes en Actuariat et en Finance.

Dans notre étude, la méthode de monte Carlo sera utilisé plusieurs fois, à savoir dans l'estimation du Best Estimate, l'implémentation d'un scénario central de l'évolution des actifs financiers etc. . .

Cette méthode sera présentée en détail dans l'annexe de ce mémoire.

III. Modélisation de l'actif

Dans cette partie, il convient d'expliquer les différents choix de modélisation effectués lors de la projection du portefeuille d'actifs dans le modèle ALM développé. Ainsi, comme nous avons déjà explicité dans la partie précédente, le générateur de scénarios économiques doit être en mesure de projeter les rendements des actions, la valeur marché des obligations tout au long des années de projection ainsi que les rendements annuels de la trésorerie.

III.1 Modélisation des taux courts nominaux

Les différents modèles de taux sont caractérisés par des équations stochastiques différentielles sur le taux court instantané. Grâce à ces équations caractéristiques, nous en déduisons le taux court $r(t)$.

Une fois que nous avons obtenu $r(t)$, nous allons chercher à faire une discrétisation exacte, avec un pas de un an, afin de pouvoir calculer le prix du zéro-coupon de maturité T à la date t .

Enfin, une fois le prix du zéro-coupon déterminé, nous pouvons en déduire le taux zéro-coupon.

III.1.1 Présentation du modèle de Vasicek

Le modèle de Vasicek est le modèle d'équilibre classique. C'est l'un des premiers modèles de la structure par terme des taux d'intérêts. Dans ce modèle, le taux court suit un processus d'Ornstein-Uhlenbeck avec des coefficients constants.

On se situe dans un espace de probabilité $(\Omega, \mathcal{F}_t, P)$ muni d'une filtration \mathcal{F}_t

La dynamique du taux court est représentée par l'équation différentielle stochastique suivante :

$$dr_t = k(\theta - r_t)dt + \sigma dW_t$$

Où :

- r_t : taux court en t ;
- θ : moyenne sur long terme du taux court ;
- k : la vitesse d'ajustement du taux court actuel vers sa moyenne de long terme θ ;
- σ : écart-type du changement instantané de r_t .
- W_t : mouvement brownien standard, il suit un processus de Wiener.

La solution explicite de l'EDS (Equation Différentielle Stochastique) est pour tout $s \leq t$:

$$r_t = r_s e^{-k(t-s)} + \theta (1 - e^{-k(t-s)}) + \sigma \int_s^t e^{-k(t-u)} dW_u$$

Ainsi, le taux court $r(t)$ est distribué normalement conditionnellement à \mathcal{F}_s et son espérance et sa variance sont respectivement :

$$\mathbf{E}\{r_t | \mathcal{F}_s\} = r_s e^{-k(t-s)} + \theta (1 - e^{-k(t-s)})$$

$$\mathbf{Var}\{r_t | \mathcal{F}_s\} = \frac{\sigma^2}{2k} (1 - e^{-2k(t-s)})$$

III.1.2 Discrétisation du modèle

La mise en oeuvre pratique des processus stochastiques, tels que le modèle de taux court de Vašíček nécessite une discrétisation. De ce fait, nous allons utiliser la discrétisation exacte

proposée par GOURIEROUX, MONFORT et RENAULT (1993) :

$$r_t - r_{t-1} = \theta (1 - e^{-k}) + (e^{-k} - 1) r_{t-1} + \epsilon_t$$

Avec :

$$\epsilon_t \sim \mathcal{N} \left(0, \frac{\sigma^2}{2k} (1 - e^{-2k(t-s)}) \right)$$

III.1.3 Calibration du modèle

L'équation de discrétisation s'écrit aussi sous la forme suivante :

$$r_t = a + br_{t-1} + \epsilon_t$$

Avec :

$$\begin{aligned} a &= \theta (1 - e^{-k}) \\ b &= e^{-k} \end{aligned}$$

Tel que :

- a et b des constantes positives ;
- ϵ_t le résidu de l'équation de régression ;
- r_{t-1} est le taux court à l'instant t-1.

Ainsi, l'équation de l'évolution du taux court se présente dans ce sens comme étant un modèle autorégressif d'ordre 1 AR(1) et le calibrage du modèle de Vasicek après vérification de cette caractéristique devient simple : il suffit d'appliquer une régression linéaire entre deux jeux de données historiques de taux courts pour aboutir aux estimations des paramètres a et b ainsi que l'écart-type des résidus σ_ϵ qui permettront de remonter aux paramètres du processus d'Ornstein Uhlenbeck comme suit :

$$\begin{aligned} k &= -\ln(b) \\ \theta &= \frac{a}{1-b} \\ \sigma &= \sigma_\epsilon \sqrt{\frac{2k}{1-e^{-2k}}} \end{aligned}$$

III.1.4 Application

Le taux court est la limite du taux d'intérêt des obligations à maturité tendant vers zéro. Par conséquent, nous ne pouvons pas observer directement le taux court sur le marché. Cependant, nous pouvons considérer le taux court comme le taux au jour le jour des banques de réserve, puisqu'il a la maturité la plus courte du marché. Il est également possible d'utiliser le rendement des obligations à très court terme (par exemple, 1 mois ou 3 mois jusqu'à l'échéance) en tant que

valeur approximative du taux court.

Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi comme taux court terme le taux moyen pondéré (TMP) qui est un taux au jour le jour du marché monétaire. C'est un taux moyen pondéré par les montants des transactions déclarées pour un échantillon représentatif d'établissements admis au marché interbancaire. Ainsi, pour une estimation exhaustive des paramètres désirés, nous avons utilisé une base de données assez large, celle des données journalières du TMP s'étalant du 1/1/2005 au 31/12/2020, soit un total de 5774 observations représentées sur le graphe suivant :

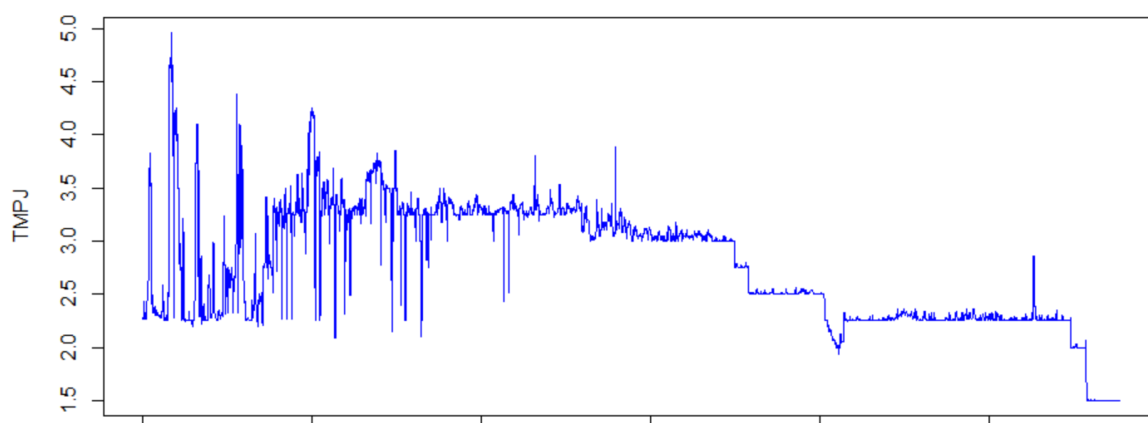


FIGURE 14 – Données de Bank Al-Maghrib du TMP entre le 1/1/2005 et le 31/12/2020

Etude de la stationnarité

Comme le modèle de Vasicek discrétisé vu précédemment indique que le taux court s'ajuste suivant un processus auto régressif d'ordre 1, il est indispensable de s'assurer que les données empiriques de la série TMP vérifient cette caractéristique.

Pour cela nous recourrons au corrélogramme où les autocorrélations simples (AC) permettent d'identifier un modèle MA(q) tandis que les autocorrélations partielles (PAC) permettent d'identifier un modèle AR(p).

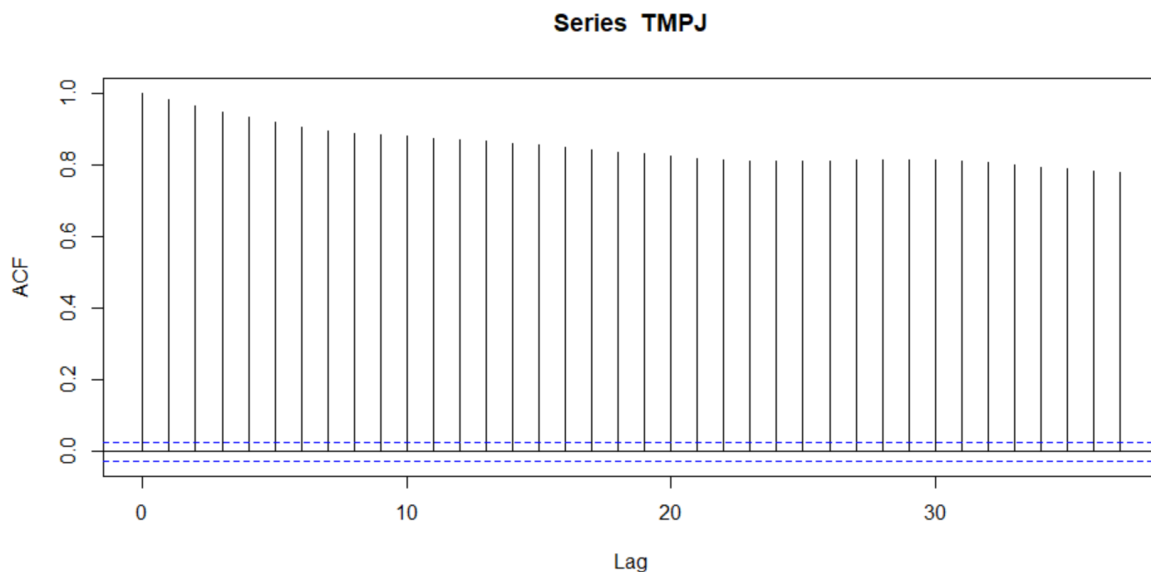


FIGURE 15 – Corrélogramme des autocorrélations simples

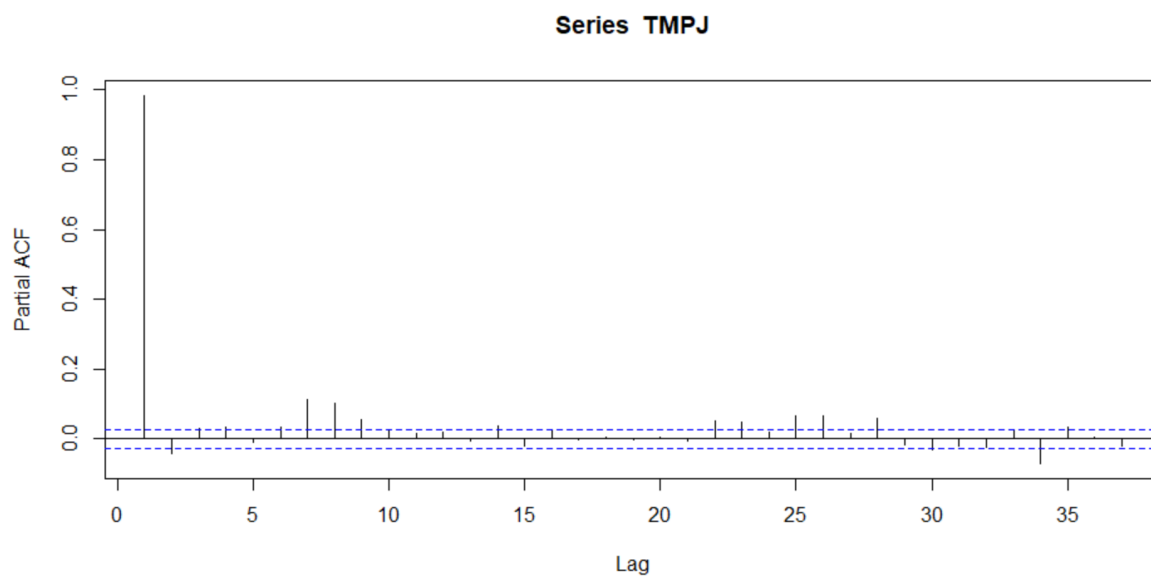


FIGURE 16 – Corrélogramme des autocorrélations partielles

On remarque que les autocorrélations simples décroissent d'une façon exponentielle, alors que celles partielles sont significativement ou presque nuls à partir du deuxième coefficient d'autocorrélation partiel tandis que la valeur de la première autocorrélation partiel dépasse l'intervalle de confiance. Ce qui permet donc d'identifier un modèle autorégressif d'ordre 1 de la série TMP. Cela confirme ainsi le pas d'ordre 1 de la discrétisation tenue en compte dans cette modélisation.

Aussi, avant d'effectuer une régression quelconque et d'estimer les différents paramètres, l'étude de la stationnarité de la série en question s'impose.

Dans ce sens, un test de stationnarité largement utilisé et répandu est le test de racine unitaire « Unit Root Test ». Les détails du test sont disponibles en annexe VII.

Après avoir vérifié la stationnarité de la série et l'adéquation d'un processus AR(1), nous passons à la régression du taux d'intérêt court suivant le modèle présenté par Vašíček.

Nous obtenons les résultats suivants :

	Coefficient	Std. Error	t-value	Pr(> t)
Intercept	4.396E-04	6.695E-05	6.566	5.63E-11
TMP_{t-1}	9.841E-01	2.365E-03	416.53	<2E-16

Residual S.E	0.001005
R-squared	0.9677
Adjusted R-squared	0.9677
F-statistic	1.37E+05
p-value	< 2.2E-16

TABLE 3 – Résultats d'estimation par la méthode des MCO

Nous constatons que les p-values associées à la statistique de student sont toutes inférieures au seuil critique de 5%. On rejette donc l'hypothèse de nullité des coefficients a et b. De plus, la statistique de Fisher permet de rejeter la nullité simultanée de tous les coefficients estimés. Cela confirme la significativité du modèle considéré.

Paramètre	a	b	σ_ϵ
Valeur	4.396E-04	9.841E-01	0.001005

TABLE 4 – Paramètres du modèle discretisé

Et on peut donc déduire les paramètres du modèle de Vašíček :

Paramètre	k	θ	σ
Valeur	0.01601879	0.0276478	0.00101306

TABLE 5 – Paramètres du modèle de Vašíček

Simulations

Sous R, nous implémentons les paramètres estimés du modèle pour simuler 10000 trajectoires des taux courts avec un pas annuel.

Nous obtenons le graphique suivant :

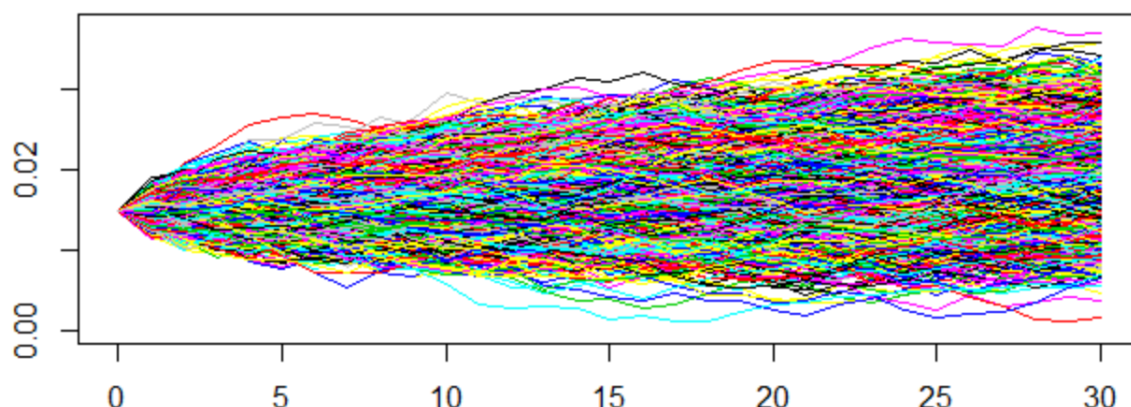


FIGURE 17 – Trajectoires des taux courts

Détermination des prix et taux zéro-coupon

Le prix à la date t d'un zéro-coupon de maturité T s'écrit :

$$P(t, T) = a(t, T)e^{-b(t, T)r_t}$$

Avec :

$$b(t, T) = \frac{1}{k} (1 - e^{-k(T-t)})$$

$$a(t, T) = \exp \left\{ \left(\theta - \frac{\lambda\sigma}{k} - \frac{\sigma^2}{2k^2} \right) (b(t, T) - T + t) - \frac{\sigma^2}{4k} b^2(t, T) \right\}$$

Tel que :

- r_t : le taux court à l'instant t ;
- θ : moyenne sur long terme du taux court ;
- k : la vitesse d'ajustement du taux court actuel vers sa moyenne de long terme θ ;
- σ : écart-type du changement instantané de r_t ;
- λ : paramètre de prime de risque.

Du prix zéro-coupon, on peut extraire directement le taux zéro-coupon de maturité T qui s'écrit à la date t :

$$R(t, T) = P(t, T)^{\frac{1}{T-t}} - 1$$

Pour pouvoir déterminer les prix et les taux des zéro-coupon, il reste donc à spécifier le paramètre λ correspondant au prix du risque du marché et mesurant ainsi le degré auquel les investisseurs exigent des rendements plus élevés pour compenser le risque de défaut et le risque de liquidité auxquels ils seront exposés en détenant une obligation.

L'approche adoptée pour sa détermination consiste à minimiser la somme des carrés des erreurs entre les taux zéro-coupon réels du marché et ceux obtenus par le modèle de Vašíček en fonctions de λ .

Pour la mise en pratique de cette approche, on choisit le 31/12/2020 avec un TMP=1,5%, comme date de référence pour effectuer les calculs et construire la courbe des taux zéro coupon.

On obtient $\lambda = -1,311046$.

Afin de vérifier la pertinence du modèle, une comparaison entre la courbe des taux réelle et la courbe estimée de nouveau par le modèle s'avère nécessaire. La figure ci-dessous illustre les résultats obtenus :

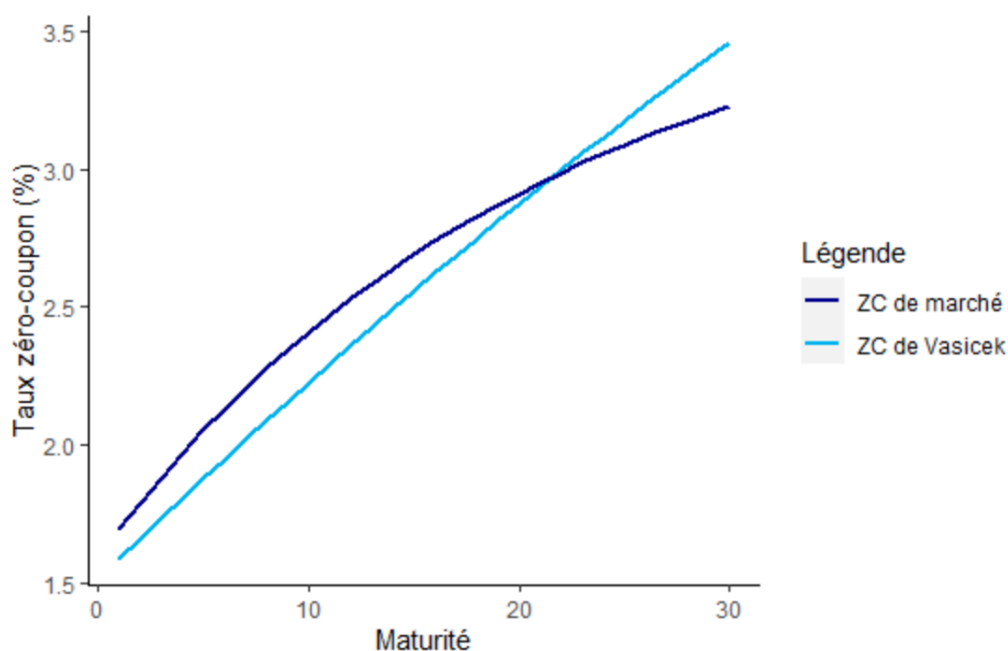


FIGURE 18 – Comparaison entre la courbe réelle zéro-coupon et celle estimée par le modèle de Vasicek au 30/12/2020

III.2 Modélisation des actions

Bien que les obligations occupent une place importante dans le portefeuille d'actif des compagnies d'assurance vie en termes de volume, une part non négligeable est allouée aux actifs risqués. Ainsi, dans le cadre de la gestion actif-passif, la compagnie d'assurance doit être en mesure de modéliser et projeter le cours des actions pour se protéger contre les risques liés à leur dépréciation. Dans ce sens, le générateur des scénarios économiques permet de projeter les valeurs marchées des actions dans le temps en générant des rendements annuels de ces titres et ce en utilisant des modèles stochastiques.

Plusieurs modèles existent tel que le modèle de Heston qui représente une généralisation du modèle Black and Scholes grâce au fait qu'il suppose que la volatilité dépend du temps et qu'il tient compte de l'asymétrie et l'aplatissement de la distribution de la série des prix de l'action et ajuste le prix des options en conséquence. Cependant, ce modèle est difficile à calibrer car il nécessite la résolution de systèmes numériques complexes.

Le modèle choisi pour générer les scénarios d'action est le modèle de Black and Scholes à volatilité constante. En effet, il s'agit d'un modèle de référence pour étudier la dynamique

des cours des actifs risqués. Il présente le double avantage d'être simple à comprendre et facile à implémenter. Cependant, ce modèle de par les hypothèses restrictives qu'ils imposent, est souvent en désaccord avec la réalité des marchés financiers.

III.2.1 Présentation du modèle de Black & Scholes

Le modèle de Black & Scholes (B&S) est un modèle qui décrit en réalité un mouvement brownien géométrique. Un processus suit le modèle de B&S s'il décrit la dynamique stochastique suivante :

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dB_t$$

Avec :

- μ : la moyenne du rendement des actions, elle est constante.
- σ : la volatilité du rendement des actions, elle est supposée constante.
- S_t : le prix de l'action à l'instant $t > 0$.
- B_t : un mouvement brownien standard.

Les hypothèses de ce modèle sont :

- Le cours de l'actif sous-jacent S_t suit un mouvement brownien géométrique avec une volatilité σ constante et un taux stochastique.
- Le sous-jacent est coté en continu sur les marchés financiers et il est parfaitement divisible.
- L'absence d'opportunité d'arbitrage et de coût de transaction et d'impôts.
- La vente à découvert est autorisée.

En appliquant le lemme d'Itô à $\ln(S_t)$, on obtient une solution explicite de l'équation différentielle stochastique :

$$S_{t+1} = S_t \exp \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} + \sigma (B_{t+1} - B_t) \right)$$

Ainsi, le rendement du fond d'actions suit une loi normale de moyenne $(\mu - \frac{\sigma^2}{2})$ et de variance σ^2 suite aux propriétés du processus brownien. Le rendement s'écrit alors sous la forme suivante :

$$r_t = \ln \left(\frac{S_{t+1}}{S_t} \right) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) + \sigma (B_{t+1} - B_t)$$

III.2.2 Application du modèle de Black & Scholes

Afin de bien modéliser la dynamique des cours des actions nous avons choisi l'indice MASI. En effet, cet indice est le principal indice boursier de la Bourse de Casablanca. Il est composé de toutes les valeurs cotées sur la place casablancaise. Ainsi, il reflète parfaitement l'évolution du marché marocain dans son ensemble et fournit une référence à long terme.

Présentation des données

Nous disposons d'une base de données de cet indice avec des observations des cours pour la période du 2 Janvier 2009 au 31 Décembre 2019. Nous nous concentrons sur le prix de clôture pour faire notre modélisation.

Les graphiques ci-dessous présentent l'historique du cours de clôture journalier de l'indice MASI :

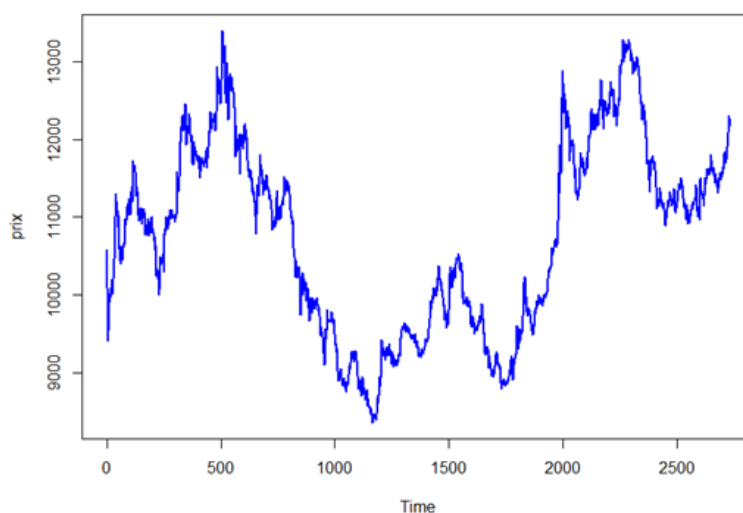


FIGURE 19 – L'évolution du cours journalier du MASI entre janvier 2009 et décembre 2019

Nous observons des variations à la hausse et à la baisse. En effet, l'indice boursier marocain apparaît très volatile et il est difficile de prédire une tendance générale de son cours.

Après une première analyse, il était important de passer des cours journaliers aux cours mensuels afin de vérifier les hypothèses du modèle et ainsi pour pouvoir appliquer le modèle de Black and Scholes.

Le graphique ci-dessous présente l'historique des cours mensuels de l'indice MASI :

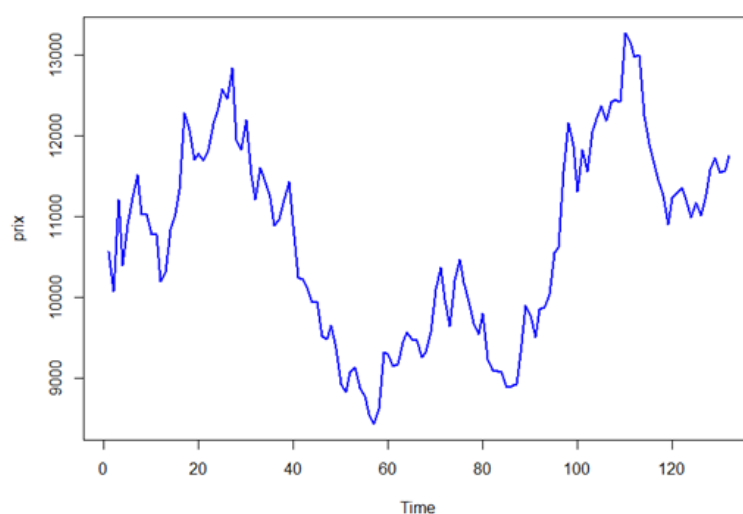


FIGURE 20 – L'évolution du cours mensuel du MASI entre janvier 2009 et décembre 2019

A partir de ces données, nous obtenons les rendements mensuels en appliquant la formule suivante :

$$\text{Rendement}_t = \ln \left(\frac{\text{cours}_t}{\text{cours}_{t-1}} \right)$$

Avant de passer à la vérification de la normalité et la stationnarité, il est indispensable d'observer les caractéristiques de la série des rendements.

Min	Median	Max	Mean	Std dev	Skewness	Kurtosis
-0.0753179	0.0007577	0.1065518	0.0008042	0.0330563	0.3525857	0.394046

TABLE 6 – Statistiques descriptives

Le rendement moyen du MASI mensuel résultant vaut 0.08%, avec un écart type de 0.0330563 durant la période d'étude. En plus, le rendement maximum observé dans la période étudié ne dépasse pas 10.56% alors que le rendement minimum ne décroît jamais au-delà de -7.53%.

Le coefficient d'asymétrie vaut 0.35 qui est proche de zéro et donc notre série de rendements est symétrique et le coefficient d'aplatissement est de l'ordre de 0.39. Ainsi, cette série de rendements présente des valeurs ayant des extrémités plus épaisses que la normale, impliquant donc des valeurs anormales plus fréquentes.

Etude de la stationnarité

En observant le graphique ci-dessous de la série des rendements du MASI, la courbe apparaît sans tendance marquée à long terme et la série observée semble donc stationnaire avec un rendement moyen de 0.08%.

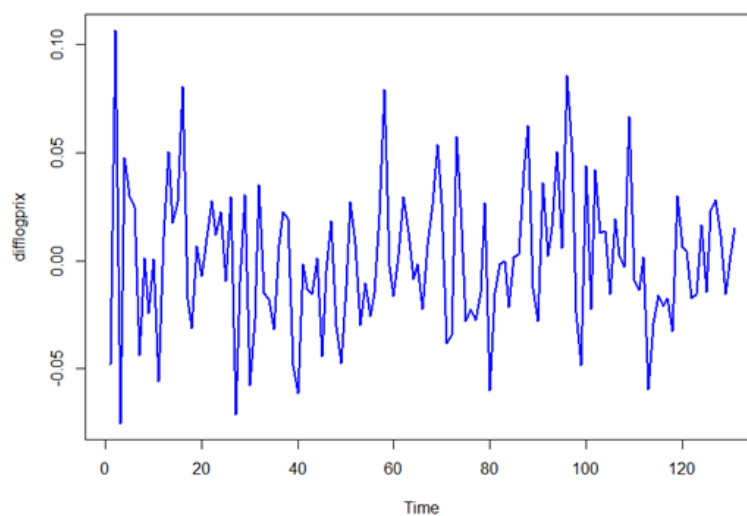


FIGURE 21 – La série des rendements du MASI

Cependant, il est nécessaire de vérifier la stationnarité par des tests adéquats permettant de détecter l'existence de racines unitaires. Pour cela, nous avons opté pour le test de Dickey-Fuller pour lequel l'hypothèse nulle postule que la série a été générée par un processus présentant une racine unitaire, et donc, qu'elle n'est pas stationnaire.

Statistic	Parameter	Alternative	P-value
-3.90902094	5	Stationary	0.0158918

TABLE 7 – Résultat du test de Dickey-Fuller

Nous avons obtenu une P-value inférieure au seuil déjà fixé de 5%. Ainsi l'hypothèse H_0 est rejetée. Nous rejetons donc l'hypothèse nulle « La série des rendements possède une racine unitaire ». Il ressort d'après les résultats de ce test que la série des rendements mensuels du MASI est bien stationnaire.

Etude de la normalité

Pour appliquer le modèle de Black and Sholes, il est nécessaire de vérifier l'hypothèse de la normalité. Pour ce faire, nous avons utilisé d'une part des visualisations graphiques et d'autre part des tests statistiques. Le premier graphique ci-dessous illustre une comparaison entre la série empirique observée et la loi normale générée par les paramètres de cette première.

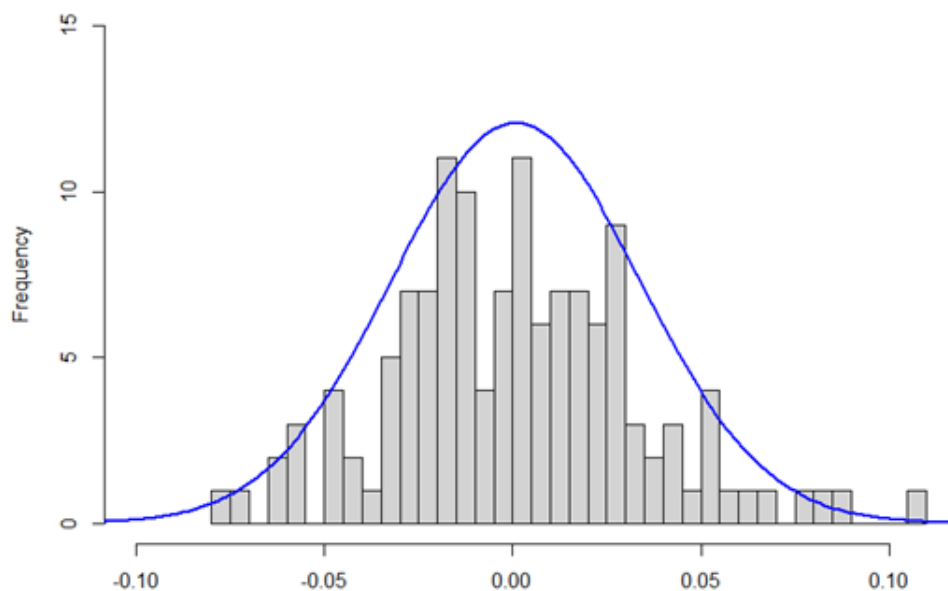


FIGURE 22 – Ajustement de la série empirique par la loi normale

Nous constatons que la loi normale n'ajuste pas parfaitement la série empirique. Cependant, nous pouvons remarquer que la série des rendements a les caractéristiques d'une loi normale.

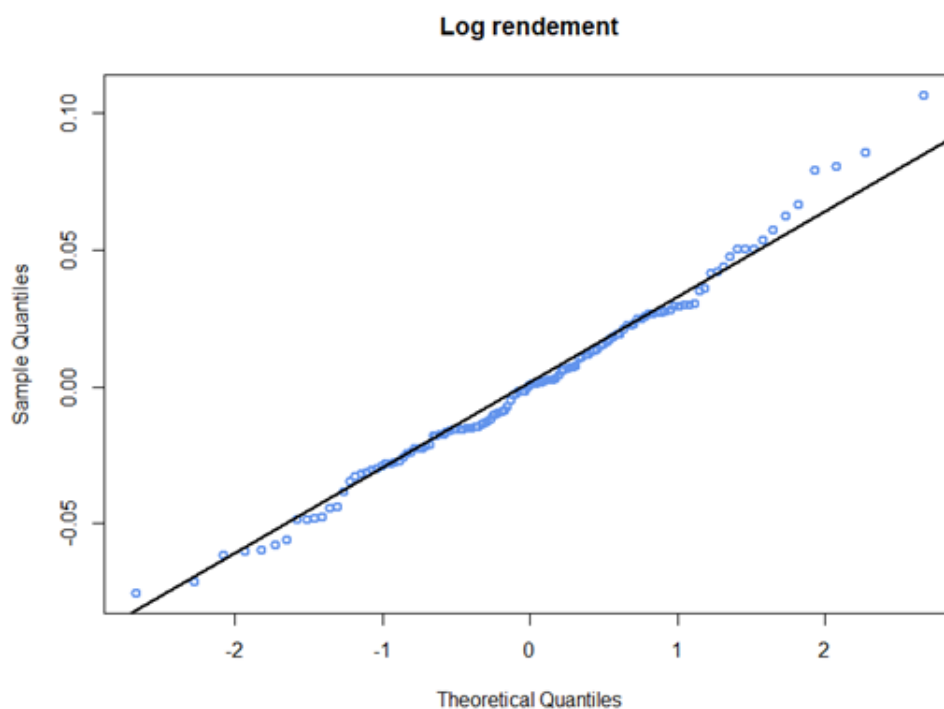


FIGURE 23 – Ajustement de la série empirique par la loi normale

A partir du QQ-plot ci-dessus, les points semblent s’aligner le long de la droite, sauf pour quelques points à droite. Ainsi, la série empirique étudiée suit la loi normale. Notons que ce diagramme sert à comparer deux distributions. Un alignement selon la première bissectrice indique la présence d’une identité de loi. Une concavité indique une dissymétrie entre les distributions.

Afin de vérifier ce résultat, il est nécessaire d’utiliser un test statistique puissant comme le test de Shapiro-wilk et le test de Jarque Bera en considérant comme hypothèse nulle la normalité de l’échantillon. Ces deux tests seront présentés en détails dans l’annexe VI.

Nous obtenons les résultats suivants :

Test	La statistique du test	P-value
Jarque-Bera	JB = 3.5618	0.1185
Shapiro-Wilk	W = 0.98741	0.2743

TABLE 8 – Resultats des tests de normalité

Nous obtenons une valeur de P-value supérieur à 5% dans les deux tests. Ainsi, la série des rendements empiriques de l’indice MASI observé entre 2009 et 2019 suit la loi normale.

Calibration du modèle

L’estimation de la volatilité de l’indice action est possible selon deux méthodes :

- **La volatilité historique** : utiliser les données passées disponibles sur le marché pour déterminer la volatilité.

— **La volatilité implicite** : déduire la volatilité des prix de certaines options sur le marché.

Pour notre cas, l'utilisation de la volatilité implicite est impossible vu qu'il n'y a pas encore de produits dérivés sur le marché marocain. Ainsi, on a utilisé la volatilité historique pour faire les simulations et la projection des rendements.

À partir de la série retenue des rendements mensuels et en effectuant des réajustements pour passer des rendements mensuels aux rendements annuels, nous obtenons comme estimateurs des paramètres théoriques les résultats suivants :

- La moyenne historique des rendements annuels : $\mu - \frac{\sigma^2}{2} = 0.003094379$
- La volatilité historique des rendements annuels : $\sigma = 0.1145106$

Simulations

L'objectif de ce paragraphe est de faire des simulations des trajectoires du cours de notre fonds d'actions sur une période de projection de 30 ans en utilisant la méthode de Monte-Carlo.

Avant de faire ces simulations et étant donné que le processus représentant le cours des actions est continu, il est d'abord nécessaire de faire une discrétisation exacte de celui-ci. Ainsi, pour un mouvement brownien géométrique et en choisissant Δ_t comme pas de discrétisation, nous obtenons la formule de discrétisation suivante :

$$S_{t+\Delta_t} = S_t \exp \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta_t + \sigma \epsilon \sqrt{\Delta_t} \right)$$

Avec ϵ une variable aléatoire gaussienne centrée réduite.

Nous effectuons 1000 simulations de trajectoires sous R sur une durée de 30 ans. Ainsi, on aura 1000 vecteurs de rendements annuels sur 30 ans. Pour le scénario central, nous prenons la série moyenne de ces simulations.

Le graphique suivant illustre 50 simulations des prix des actions sur 30 ans de projections en prenant comme prix initial le prix de l'indice MASI au 31 Décembre 2020.

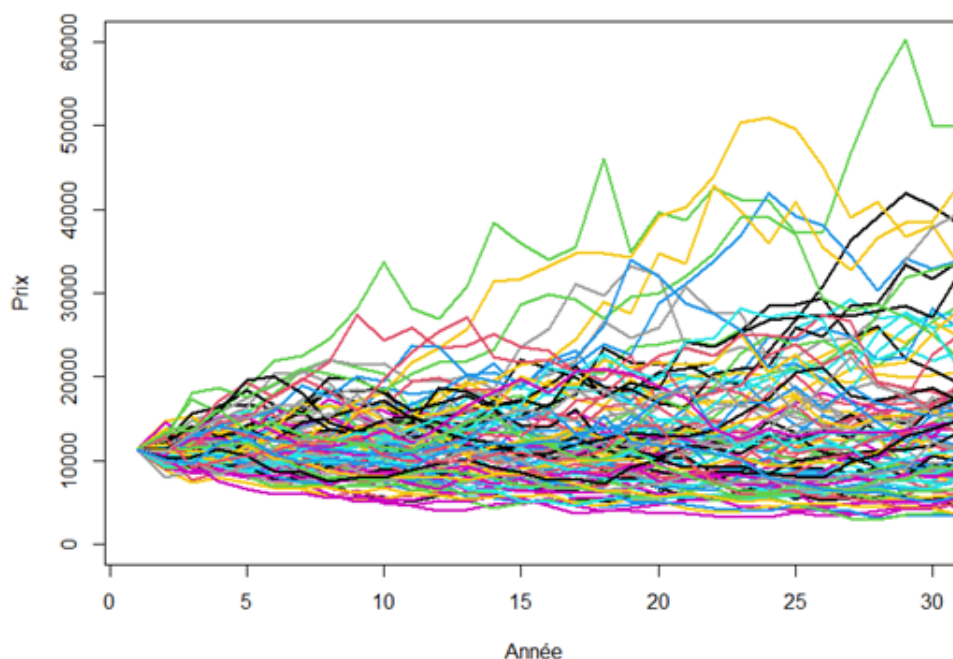


FIGURE 24 – Simulation de 50 trajectoires des prix des actions

Comme on a déjà mentionnée en haut, le modèle de Black and Scholes est basé sur des hypothèses très restrictives qui sont : la normalité, la constance de la volatilité et la continuité des trajectoires des prix. C'est pour cette raison qu'il faut envisager l'utilisation d'autres modèles.

Dans le cadre de notre projet, l'objectif n'est pas de produire plusieurs méthodes quantitatives pour modéliser les actions et les comparer entre eux, mais de produire des rendements assez proches de la réalité et qui reflètent l'évolution des rendements de l'indice MASI sur un horizon de 30 ans afin de pouvoir les exploiter dans le moteur ALM.

III.3 Modélisation de l'actif monétaire

L'actif monétaire représente les liquidités détenues par la compagnie d'assurance chaque année. Dans notre étude, ce montant est placé au taux sans risque de maturité un an.

IV. Hypothèses du modèle ALM

Il est important dans la valorisation de prendre en compte des hypothèses suivantes :

- Hypothèses de modélisation de l'actif
- Hypothèses de modélisation du passif
- Hypothèses de frais et de chargements
- Hypothèses économiques et fiscales
- Hypothèses liées aux comportements de l'assuré
- Hypothèses liées à la composition de l'actif et du passif

IV.1 Hypothèses de modélisation de l'actif

Afin de simplifier le modèle, tous les actifs sont considérés comme étant infiniment divisibles et que le marché est totalement liquide dans le sens où la société d'assurance a la possibilité d'investir et de désinvestir librement comme elle le souhaite. De plus, les coûts de transaction sont supposés nuls. Une autre hypothèse à considérer est celle qui concerne la composition du portefeuille d'actifs. Dans ce sens, l'assureur démarre son activité chaque année avec la même allocation. Autrement dit, la répartition des trois types d'actifs dans le portefeuille à savoir les actions, les obligations et le monétaire, sera toujours la même au début de chaque année. Pour ce faire, une réallocation est nécessaire à la fin de chaque année après réalisation des différentes flux en utilisant un mécanisme d'achat vente.

IV.2 Hypothèses de modélisation du passif

Au niveau du passif, afin de limiter la quantité de calcul et la complexité du modèle, il a été fait le choix d'effectuer un certain nombre d'approximations et de simplifications :

- La valorisation d'une entreprise comme nous avons déjà mentionné précédemment se fait en mode « run-off ». Autrement dit, l'entreprise ne réalise plus de production future et aucun nouveau contrat ne sera souscrit après la date d'évaluation.
- Seuls les principaux éléments du bilan sont modélisés à savoir la PM, la PB ainsi que la provision de capitalisation et les fonds propres. Les autres éléments ne le sont pas comme la PDG (Provision de gestion) et la PAF (Provision pour Aléas Financiers).
- La mortalité des assurés est supposée déterministe : le taux de mortalité est celui de la table TV 88-90.
- Les prestations sont versées en début d'année, de manière indépendante de la date du sinistre ou du rachat. En plus, par rapport à la chronologie des événements, on suppose que la réalisation de la mortalité vient en premier lieu, puis le phénomène de rachat et en fin la sortie en retraite.
- Les projections sont faites sous l'hypothèse qu'il n'y a pas de réassurance.

IV.3 Hypothèses de coûts

La commercialisation et la gestion d'un contrat d'épargne pour un assureur entraîne des coûts de différentes natures (frais d'acquisition, de gestion. . .). Ces coûts sont généralement financés en effectuant des prélèvements auprès de l'assuré. Dans le cas de l'étude, la valorisation du portefeuille s'effectue en « Run-Off ». De ce fait, aucun coût d'acquisition n'est considéré seuls les éléments suivants sont pris en compte dans l'étude :

- Les frais de gestion sont supposés versés au début d'année. Ceux-ci sont estimés à partir d'un taux de frais de gestion qui s'applique à la provision mathématique de début de l'année N.
 - Les chargements sur encours sont calculés à partir d'un taux de chargement sur encours appliqué à la provision mathématique de début de l'année en cours.
-

En plus, les placements financiers (actions, obligations, fonds, Sicav. . .) supportent à leur tour différents frais. Ces frais varient d'un intermédiaire financier à un autre et peuvent avoir un impact non négligeable sur le rendement du placement. Dans cette étude, les frais de placement se calculent de la manière suivante :

$$\text{Frais de placement} = \text{Taux}_{\text{placement}} * \text{Valeur comptable des actifs}_{\text{Début d'année}}$$

IV.4 Hypothèses économiques et fiscales

Une compagnie d'assurance est soumise comme dans le cas de toutes les sociétés à l'impôt sur les sociétés et à la contribution sociale. Les impôts sont prélevés en fin d'année, au moment de la constitution du bilan et du compte de résultats annuels. De plus, toute augmentation de l'épargne des assurés due à une revalorisation de type TMG est soumise aux prélèvements sociaux.

Dans le cadre de notre étude, nous ne considérons aucun de ces deux éléments.

IV.5 Hypothèses liées aux comportements de l'assuré

Dans le cas des contrats d'épargne, les compagnies d'assurance proposent à leurs clients une option de rachat partiel ou total. Cette option permet aux assurés de retirer leur épargne à tout moment avec ou sans pénalité. Les assurés exercent le droit de racheter leur contrat dans différents contextes.

Le comportement de rachat peut être modélisé selon deux mécanismes :

Les rachats structurels

Ils dépendent principalement de la structure même d'un contrat (Ancienneté, fiscalité des rachats, âge. . .). Par exemple, pour le cas de la France, il est constaté habituellement un taux de rachat structurel plus élevé après la huitième année. Ce phénomène s'explique par la fiscalité de l'assurance-vie, qui devient plus favorable en matière de rachats à partir de la huitième année. Ces taux de rachat en nombre et en montant sont usuellement évalués à partir de l'historique des rachats du portefeuille d'un assureur. Ainsi, une loi de rachat d'expérience est construite en fonction de l'ancienneté des contrats. Lorsque l'ancienneté évoluant au cours du temps, le taux de rachat d'un contrat évolue également.

Dans notre étude, nous avons utilisé le taux de rachat brut qui est calculé comme un ratio de la somme des montants des rachats observés pour une ancienneté donnée sur les PMs relatifs à la même ancienneté.

Nous illustrons ci-dessous la loi de rachat (en Montant) calibrée à partir des données historiques.

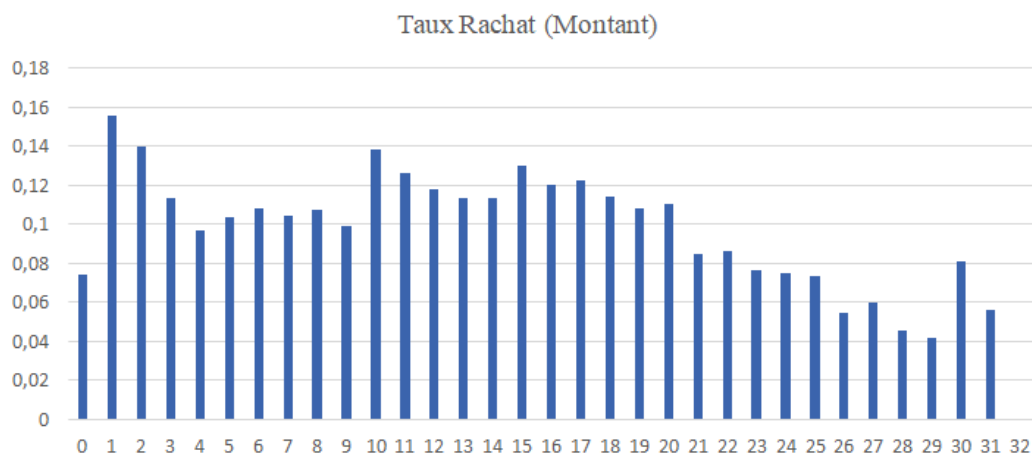


FIGURE 25 – La loi de rachat (en montant)

Nous observons des pics pour les anciennetés 10 et 15. Cela est expliqué par l'option Bonus offerte par l'assureur.

Les rachats conjoncturels

Ce sont les rachats liés à la conjoncture économique et à la performance de l'assureur. Ils sont généralement estimés à partir de la différence entre le taux servi par l'assureur et le taux servi de la concurrence. Le phénomène des rachats conjoncturels n'a pas été modélisé dans l'étude mais c'est une notion qu'il faudrait ajouter afin d'améliorer la valorisation du portefeuille. Ce phénomène sera présenté en détails dans l'annexe. (Annexe)

En plus de ces hypothèses, les rachats partiels ne seront pas modélisés car ils ne représentent que 2% des sorties en rachat.

IV.6 Composition de l'actif et Passif

Actif :

L'actif du bilan est composé de l'ensemble des placements de l'assureur en valeur comptable à $t=0$. Il représente l'ensemble des activités financières de l'entreprise. L'actif est un élément qui génère une ressource et qui a une valeur économique positive pour l'entreprise. Tout au long de cette étude, l'actif sera composé de trois éléments :

- Obligations
- Action
- Trésorerie

Passif :

Le passif du bilan est composé des fonds propres, de la réserve de capitalisation, de la provision mathématique ainsi que de la provision pour participation aux bénéfices.

Pour réaliser cette étude, le portefeuille initial est composé de 472 Model Points. Ces Model

Points ont été constitués en regroupant les contrats en plusieurs groupes homogènes qui révèlent des hypothèses similaires telles que le taux minimum garanti, l'ancienneté et l'âge de l'assuré.

La figure ci-dessous illustre quelques model points de notre portefeuille :

N° du model points	Ancienneté	TMG	Moyenne de Age	Nombre de police	Somme de PM
1	10	0,0190	36,69	10	382117,28
2	10	0,0200	37,34	31	1019026,12
3	10	0,0215	37,37	23	721076,15
4	10	0,0220	37,72	39	1288944,73
5	10	0,0225	37,48	56	1917063,39
6	10	0,0250	37,80	27	790641,82

FIGURE 26 – Les six premiers Model points du portefeuille étudié

Les fonds propres

L'implémentation des fonds propres au sein du modèle ALM fait suite à leur définition. Deux variables permettent ainsi de les modéliser. Le premier élément est appelé capitaux propres. Il correspond aux fonds propres de la compagnie d'assurance lors du lancement de l'activité. La seconde variable permettant de modéliser les fonds propres est les profits générés par l'activité et non encore distribués. Il est constitué de la somme des résultats générés par la compagnie d'assurance au cours de la projection.

Dans cette étude, les fonds propres au début de la projection sont supposé nuls. Le résultat de l'année va alimenter les fonds propres par la suite de la manière suivante.

$$FP(t) = FP(t-1) + Résultat(t)$$

La réserve de capitalisation

La réserve de capitalisation est une provision destinée à parer à la dépréciation des valeurs des actifs et à la diminution de leur revenu. En cas de vente de ces actifs, des versements ou de prélèvements sont réalisés dans cette réserve de telle manière que le rendement actuariel du titre soit égal à celui qui était attendu lors de son acquisition. Les plus-ou-moins-values (PMV) réalisées ne peuvent pas être considérées comme un produits financiers et donc être comptabilisées dans le résultat de l'entreprise. En effet, si c'était le cas, un assureur pourrait profiter d'un environnement de taux favorable et améliorer son résultat en réalisant des plus-values des titres concernés.

Il est important de noter que cette réserve ne peut pas être négative. En cas de moins-value plus importante que la réserve, cette moins-value sera comptabilisée comme une perte dans le résultat de l'entreprise.

Provisions mathématiques

Les provisions mathématiques (PM) représentent en général l'engagement de l'assureur

vis-à-vis ces assurés. Dans cette étude, ces PMs représentent à tout instant la valeur de rachat si tous les assurés décident soudainement de racheter leurs contrats sans prendre en compte la pénalité de rachat. En revanche, cette PM évolue constamment dans le temps. En effet, les engagements de l'assureur évoluent en fonction de plusieurs paramètres. Le comportement du client (Décès, rachats et retraite) constitue le premier facteur de variations. D'autre part, la revalorisation de la PM par le taux minimum garanti, la participation au bénéfice ainsi que le bonus vont tous contribuer à l'alimentation de cette provision.

Provision pour participation aux bénéfices

La provision pour participation aux bénéfices correspond au montant des participations aux bénéfices techniques et financiers attribuées aux bénéficiaires de contrats lorsque ces bénéfices ne sont pas payables immédiatement après la liquidation de l'exercice qui les a produits. D'après l'ACAPS, le taux de la participation des assurés aux bénéfices ne peut être inférieur à 70%.

Les sommes portées à cette provision sont affectées à la provision mathématique ou inscrites dans des comptes individuels ou versées aux souscripteurs, au cours des trois exercices suivant celui au titre duquel elles ont été portées à la provision pour participation aux bénéfices.

V. Fonctionnement général du modèle ALM

Processus de projection

Le graphique, ci-dessous, présente la procédure suivie afin de valoriser un portefeuille sur un scénario économique donné :

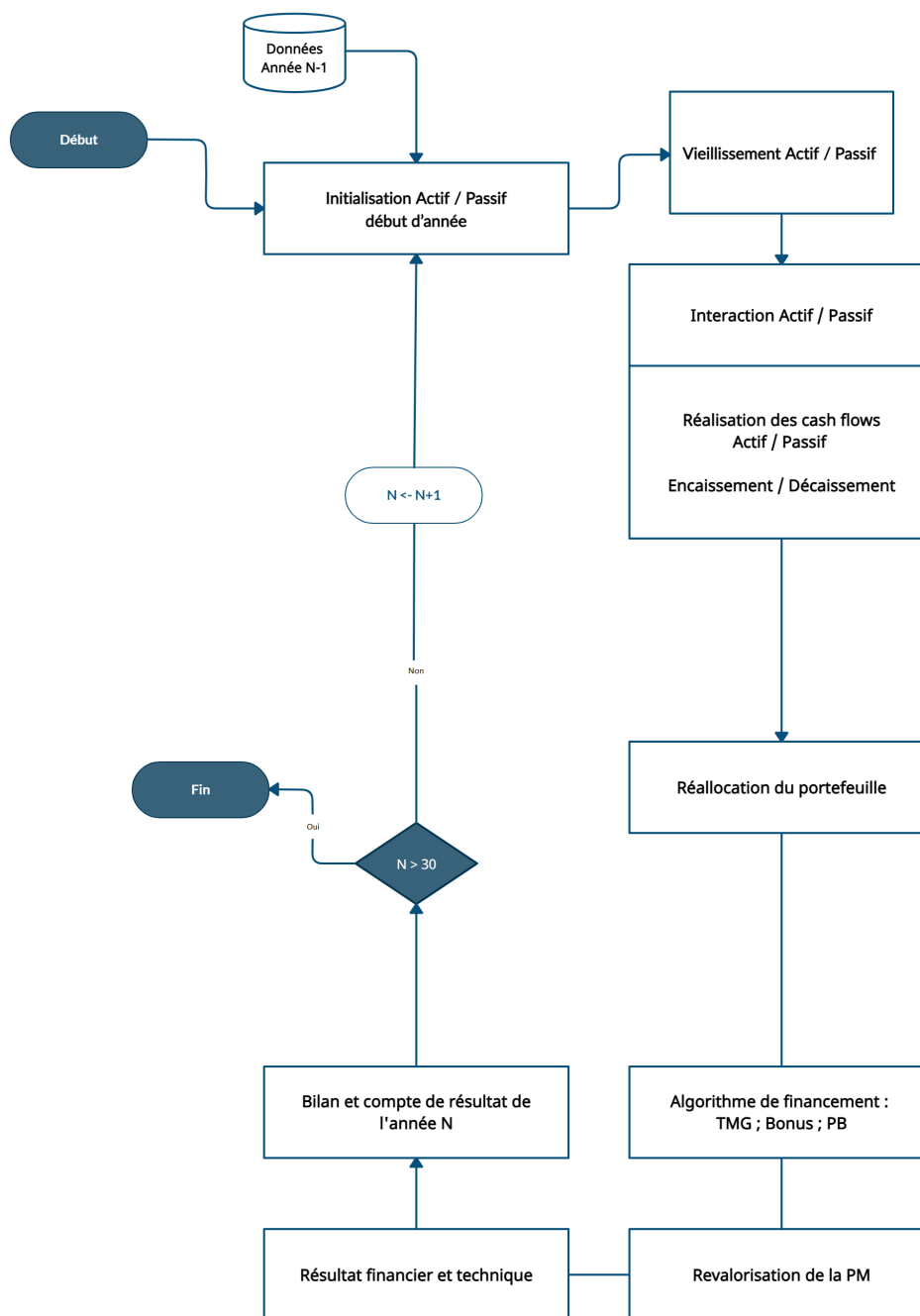


FIGURE 27 – Processus de projection du modèle ALM

V.1 Initialisation de l'actif et du passif

Le processus de valorisation commence par une initialisation du portefeuille. L'objectif étant d'évaluer l'actif et le passif du portefeuille en début d'année. Ainsi, Pour l'année N, la valeur du portefeuille correspond au bilan de la fin de l'année N-1. Une fois le portefeuille initialisé, il est nécessaire d'évaluer l'actif et le passif en fin d'année.

Bilan initial

Le bilan comptable initial de l'activité est le suivant :

Actif	2020
Actions	223 090 123
Obligations	586 606 084
Monétaire	24 313 999
Total	834 010 206

Passif	2021
Fonds propres	-
Provisions mathématiques	815 810 492
Provision pour participation aux bénéfices	18 199 714
Réserve de capitalisation	-
Total	834 010 206

TABLE 9 – Bilan d'ouverture

V.2 Vieillessement de l'actif

Le vieillissement de l'actif consiste à évaluer le portefeuille d'actif en valeurs de marché (VM) ainsi que les produits financiers résultants. Cette étape s'effectue grâce au GSE qui fournit la valeur marché de chaque classe d'actif, à s'avoir les actions, les obligations et la trésorerie.

Evaluation des obligations

La valeur de marché des obligations est obtenue en actualisant les flux futurs par le taux zéro-coupon. Il faut considérer comme flux futurs les détachements de coupons des obligations et le remboursement du nominal.

La valeur de marché à la date t est :

$$VM(t) = \sum_{i=1}^{T-t} \frac{t x_{\text{coupon}} \times N}{(1 + R(t, t+i))^i} + \frac{N}{(1 + R(t, T))^{T-t}}$$

Où :

- N est le nominal de l'obligation
- T est la maturité de l'obligation
- $t x_{\text{coupon}}$ est le taux de coupon de l'obligation
- $R(t, t+i)$ est le taux zéro-coupon à la date t et de maturité $t+i$

Evaluation des actions

Ces titres sont non amortissables et la valeur comptable de cette classe d'actif correspond ainsi à sa valeur d'acquisition. En revanche, La valeur de marché de cette classe d'actif dépend directement du cours du marché. Le GSE permet de fournir des scénarios de rendements calibrés

à partir de l'indice du MASI.

Ainsi, la valeur de marché d'une action à la date t est définie de la manière suivante :

$$VM(t) = \text{Taux de rendement}(t) * VM(t - 1)$$

Les actions génèrent aussi des dividendes. Ainsi, l'assureur prendra en compte ces revenus dans le modèle comme étant des produits financiers et il va les doter en trésorerie. Ces montants pourront par la suite être utilisés pour payer les prestations et les coûts de l'assureur.

V.3 Vieillessement du passif

Le vieillissement du passif consiste à déterminer les prestations et les coûts générés au cours de l'année ainsi que la variation des différents types de provisions considérés dans le portefeuille. Dans un premier temps, le vieillissement du passif concerne l'évaluation des prestations dû au rachat, au décès et à la sortie en capital et la libération de la participation aux bénéfices de l'année $N-1$ en plus de la réalisation des frais de gestion, les chargements sur encours ainsi que les frais de placements. En revanche, certains éléments ne peuvent être déterminés qu'après la réalisation des différents mécanismes d'interaction entre l'actif et le passif. A titre d'exemple, la comptabilisation du bonus ainsi que la participation aux bénéfices ne peuvent être évalués qu'après une évaluation finale des résultats financiers et techniques de l'année.

Prestations à payer

L'activité assurancielle génère évidemment des prestations qu'il faut prendre en compte dans la modélisation et la projection du Bilan. Dans le modèle, ces prestations apparaissent sous trois formes :

- Les prestations de décès
- Les prestations de rachat
- Les sorties en retraite

Les prestations de décès

Les décès interviennent en début d'année après revalorisation des PM en $N-1$. Les décès sont supposés déterministes en fonction de l'âge de l'assuré. Par ailleurs, nous faisons l'hypothèse que la prestation décès d'un assuré est égale à sa provision mathématique de clôture $N-1$ multiplié par le taux de décès et est immédiatement payée par la société d'assurance (en début d'année).

La table de mortalité utilisée dans le modèle ALM est la table « TV 88-90 »

Pour chaque model point nous calculons la part de PM qui doit être libérée pour les bénéficiaires des assurés décédés. Ainsi, la prestation de décès est calculée comme suit :

$$Prestation_{\text{décès}}(t) = \sum_{i=1}^K tx_{i,\text{décès}}(t) \times PM_i(t - 1)$$

Où :

- K : le nombre de models points
- i : l'indice du model point
- $PM_i(t - 1)$: le montant de la provision mathématique du model point i en fin d'année $t-1$.
- $tx_{i,décès}(t)$: le taux de décès du model point i à l'année t

Les prestations de décès

Les hypothèses de rachats ont déjà été détaillées dans la partie précédente. Les prestations de rachats interviennent après les prestations décès de l'assureur. Ainsi, une fois le taux de rachat déterminé, le montant des prestations de rachats est évalué de la manière suivante :

$$Prestation_{rachat}(t) = \sum_{i=1}^K \text{Min}(1 - tx_{i,décès}(t), tx_{i,rachat}(t)) \times PM_i(t - 1)$$

Avec :

- $tx_{i,rachat}(t)$: le taux de rachat du model point i à l'année t

Les sorties en retraite

Nous supposons que les sorties en retraite se font 100% en capital (pas sortie en de rente) et interviennent en début d'année, après que le management ait revalorisé l'encours de l'assuré. A l'image des décès nous calculons pour chaque model point la part de PM qui a été libérée en retraite par les assurés.

$$Prestation_{retraite}(t) = \sum_{i=1}^K \text{Min}(1 - tx_{i,décès}(t) - tx_{i,rachat}(t), tx_{i,retraite}(t)) \times PM_i(t - 1)$$

Avec :

- $tx_{i,retraite}(t)$: le taux de sortie retraite du model point i à l'année t

V.4 Interaction Actif / Passif

Dans la branche vie de l'assurance, les actifs et les passifs sont constamment en interactions. En effet, au cours de l'année, les produits financiers issus de l'actif vont servir d'une part à payer les prestations du passif et les frais financiers. D'autre part, la marge financière et technique va servir à déterminer la participation aux bénéfices et donc à revaloriser l'épargne de l'assuré. Ainsi, il est indispensable de modéliser ces interactions et de les prendre en considération dans le vieillissement du portefeuille.

La modélisation des interactions actifs-passifs commence par la détermination des revenus issus des investissements et des placements, des chargements, et diminuer des différentes prestations différentes prestations de l'assureur. On définit ainsi les Cash Flows de l'assureur de la façon suivante :

$$CF(t) = \text{Revenu Actif} + \text{Chargements} - \text{Prestations} - \text{Couts}$$

Ces Cash Flows représentent ainsi la différence entre les entrées et sorties de l'assureur chaque année. Selon le signe du Cash Flows, deux cas ainsi peuvent se produire :

— **Cash Flows positif**

Dans le cas où les Cash Flows sont positifs, les revenus de l'année sont suffisants pour couvrir l'ensemble charges de l'entreprise. Dans ce cas, le surplus est réalloué en trésorerie.

— **Cash Flows négatif**

Dans le cas où les cash flows sont négatifs, cela signifie que l'assureur n'a pas pu couvrir toutes ses charges de l'année (rachats, décès, frais, impôts...). Dans ce cas, l'assureur est dans une situation de difficulté en termes de liquidité et il est donc dans l'obligation de prendre un crédit pour financer ses charges ou réaliser un désinvestissement de ses actifs.

V.5 Mécanisme de Réallocation

Le vieillissement du portefeuille et les interactions actif / passif entraîne des mouvements dans le portefeuille. D'une part, les valeurs de marché des actifs vont évoluer dans le temps. Des obligations peuvent arriver à maturité. En plus, L'assureur peut faire recours à des crédits bancaires en cas de besoin de liquidité (cash flows négatif) pour financer les prestations en cas de réalisation. De ce fait, l'allocation de départ va être modifiée à l'issue de ces étapes. Il est donc nécessaire de réaliser des ventes et des achats d'actifs pour retrouver l'allocation cible.

Il faut noter que la réallocation s'effectue en valeur de marché et non pas en valeur comptable. L'assureur va donc déterminer le montant d'actifs à vendre ou à acheter afin d'atteindre l'allocation cible à la fin de chaque année.

Ci-dessous une illustration de la modification de l'allocation du portefeuille à l'issue du vieillissement du portefeuille :

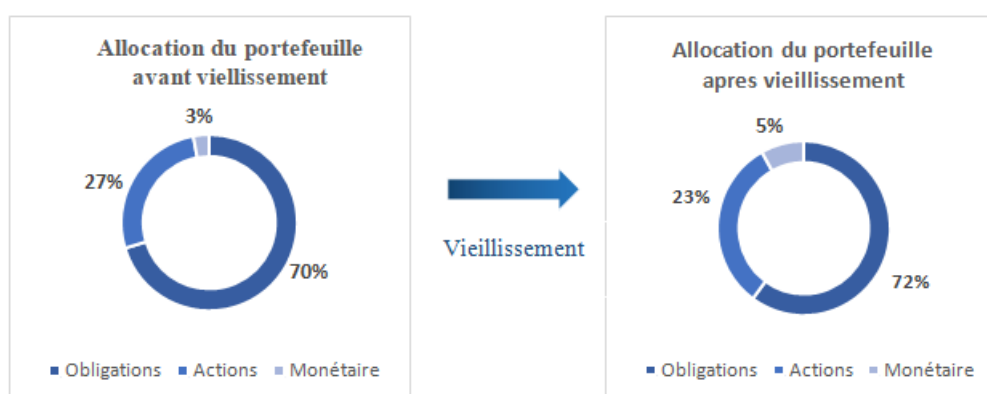


FIGURE 28 – Modification de l'allocation du portefeuille à l'issue du vieillissement du portefeuille

Ci-dessous une illustration de la réallocation du portefeuille :

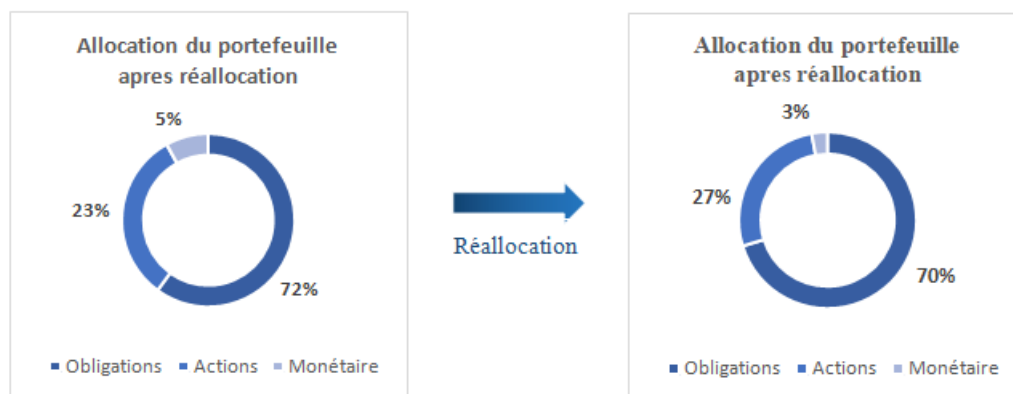


FIGURE 29 – La réallocation du portefeuille

Dans cette étape, il est important de noter qu'en cas de réalisation de plus-values latentes des valeurs des obligations, celles-ci sont portées à la réserve de capitalisation. En cas de réalisation de moins-values latentes, celles-ci sont imputées sur la réserve de capitalisation dans la limite de celle-ci. Par ailleurs, la réalisation des plus-value ou moins-values sur actions sera ajouté aux produits financiers.

V.6 Résultats financiers et techniques

Au cours de l'année, l'assureur réalise des produits financiers stables et d'autres revenus en fonction des évolutions des marchés en sa faveur. Ces revenus sont composés des éléments suivants :

- Dividendes
- Coupons
- Plus-Values sur les actifs
- Intérêt sur le monétaire

Produits financiers

Dans notre étude, les produits financiers seront composés des revenus issus des investissements comme les coupons, les dividendes et l'intérêt sur la trésorerie si la trésorerie est positive après financement des prestations en plus de 10% des plus-values réalisés sur l'actif risqué. Ensuite, le mécanisme achat/vente entraîne aussi des produits financiers selon l'évolution du marché. Ainsi, les plus-values réalisées sur les ventes d'actions par réallocation vont alimenter les produits financiers.

Les produits financiers après la réallocation se détermine comme suit :

$$\text{Produits Financiers} = PF_{\text{avant réallocation}} + PF_{\text{dûs à la réallocation}}$$

Avec :

$$PF_{\text{avant réallocation}} = \text{Dividendes} + \text{Coupons} + \text{Interet sur Monétaire} + 10\% \text{ PVL sur Actions}$$

Et :

$$PF_{\text{dûs à la réallocation}} = PMVL \text{ sur actions}_{\text{dûs à la réallocation}}$$

En contrepartie, l'activité financière d'une assurance génère des charges qu'il faut retrancher des revenus cités au-dessus. Ces charges sont constituées des éléments suivants :

Charges financières

Dans notre modèle, les charges financières sont en général dues aux moins-values réalisées sur les ventes d'actifs risqués, les intérêts sur la trésorerie générée par un crédit en cas de réalisation de Cash Flows négatif en début d'années après financement des prestations en plus des frais de placements.

$$\text{Charges financières} = MVL \text{ sur Actions}_{\text{dûs à la réallocation}} + \text{Frais de placement}$$

La marge financière ou les produits financiers nets de charges se définissent ainsi comme la différence entre les produits financiers et les charges financières.

$$\text{Marge financière} = \text{Produits financiers} - \text{Charges financières}$$

En plus des produits financiers, l'activité assurancière génère des bénéfices techniques. En effet, ces bénéfices sont issus de la différence entre les chargements imposés par l'assureur aux assurés et les coûts de ce premier. Les chargements couvrent les coûts de l'assureur, ce qui permet de réaliser un résultat qui viendra s'ajouter au résultat général de l'entreprise.

$$\text{Marge technique} = \text{Produits techniques} - \text{Charges techniques}$$

Dans notre étude, la projection étant réalisée en « run-off », aucune prime ne sera prise en compte dans la détermination du résultat technique.

$$\text{Marge technique} = \text{Chargements} - \text{Coûts \& Charges de l'assureur}$$

Marge financière et technique

La marge financière et technique est définie comme la somme de la marge financière réalisée (Les produits financiers nets de charge) et la marge technique (bénéfices techniques).

Cette marge financière et technique va permettre à l'assureur d'honorer ses engagements et de financer les différentes garanties du contrat. Dans un premier temps, l'assureur va financer la garantie principale du contrat, à savoir la revalorisation de l'épargne de l'assuré. De plus, l'assureur doit financer aussi un bonus de fidélité supplémentaire pour une partie de ses clients

sous réserve que les bénéfices dégagés le permettent. Le montant restant sera partagé entre l'assureur et l'assuré comme participation aux bénéfices.

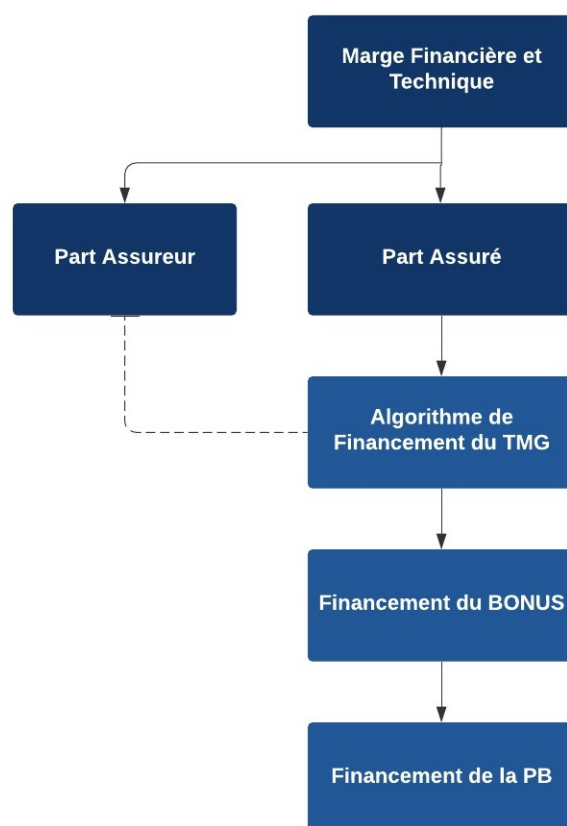


FIGURE 30 – Mécanisme de financement des différentes garanties

Financement du taux minimum garanti

Comme expliqué dans les parties précédentes, l'assureur doit être en mesure de financer le montant de la revalorisation de l'épargne chaque année.

Dans notre cas, la marge financière et technique sera partagée par l'assureur et l'assuré de la manière suivante :

$$Part_{Assurés}(t) = \frac{PM(t-1) + PPB(t-1)}{Passif(t-1)}$$

$$Part_{Assureur}(t) = \frac{FP(t-1) + RKPI(t-1)}{Passif(t-1)}$$

L'assureur va utiliser la part revenant aux assurés dans un premier temps pour financer le TMG. Si cette part ne suffit pas, l'assureur va utiliser les plus-values réalisées sur les actions dans l'année en cours. Dans le cas où l'assureur n'arrive toujours pas à honorer cet engagement, il sera obligé de céder sa part de la marge financière et technique. Enfin, s'il reste encore une partie

du TMG à financer, l'assureur déclare ce montant comme une perte dans le compte de résultat. Dans ce cas, les assurés ne peuvent bénéficier ni du bonus ni de la participation aux bénéfices.

Financement du Bonus

Une fois le taux minimum garanti financé, l'assureur doit fournir le bonus de fidélité supplémentaire garanti. Ce dernier est donné par la formule suivante :

$$Bonus = \text{Min}((Part_{Assurés} + PVL - Revalorisation\ TMG), Bonus\ réglementaire)$$

Avec :

- *PVL* : la plus-value réalisée sur les actions.
- *Revalorisation TMG* : le montant de revalorisation de l'épargne.
- *Bonus réglementaire* : le bonus de fidélité cité dans le contrat.

Financement de la PB

Comme expliqué dans les hypothèses précédentes, le modèle ALM doit prendre en compte la participation aux bénéfices.

Après financement du TMG et du bonus, l'assuré va bénéficier de 75% du reste de la marge financière et technique.

La participation aux bénéfices est définie comme suit :

$$PB = \text{Max}((Part_{Assurés} + PVL - Revalorisation\ TMG - Bonus) \times tx_{PB}, 0)$$

Notons que ce montant va alimenter dans un premier lieu la provision pour participations aux bénéfices et il sera libéré (intégré dans la PM) après écoulement de trois ans.

V.7 Revalorisation du passif

Le passif de fin d'année pour chaque model point i doit être revalorisés au TMG correspondant et à la PB de l'année $t-3$. En plus, les prestations sont déduites en début d'année de la PM et un bonus sera attribué à une classe d'assurés qui ont dépassé 10 ans d'ancienneté selon les termes du contrat. De ce fait, la PM final pour chaque model points se détermine de la manière suivante :

$$PM_i(t) = PM_i(t-1) + PB_i(t-3) - Prestations_i(t) + Revalorisation\ TMG_i(t) + Bonus_i(t)$$

Notons que la PB est distribuée par prorata de la part du model point i dans les PMs à l'année $t-1$:

$$PB_i(t-3) = PB(t-3) \times \frac{PM_i(t-1)}{PM(t-1)}$$

V.8 Bilan et Compte de résultat

Bilan

Une fois l'exécution du modèle ALM terminée, nous obtenons le bilan et le compte de résultat de chaque année.

Pour exemple, le bilan à la fin des 3 premières années est le suivant :

Actif	2021	2022	2023
Actions	226 100 972	220 020 864	214 526 404
Obligations	548 005 584	527 790 464	510 280 161
Monétaire	31 181 307	29 967 871	28 909 791
Total	805 287 863	777 779 199	753 716 356

Passif	2021	2022	2023
Fonds propres	2 447 240	5 161 324	8 108 922
Provisions mathématiques	762 115 968	726 152 876	686 795 124
Provision pour participation aux bénéfices	28 076 903	27 250 093	33 960 068
Réserve de capitalisation	12 647 751	19 214 905	24 852 242
Total	805 287 863	777 779 199	753 716 356

TABLE 10 – Bilan des trois premières années de projection

Nous constatons que le bilan est bien équilibré, ce qui nous assure sur le bon fonctionnement de notre modèle.

Compte de résultat

Il est nécessaire de déterminer le résultat de l'activité à la fin de chaque année. Pour ce faire, il faut établir le compte de résultat de l'entreprise. Le résultat annuel d'une entreprise se définit comme la différence entre les produits réalisés cette année et les divers engagements et charges de l'assureur. Si cette différence est positive, l'assureur réalise un bénéfice, sinon il enregistre une perte.

Résultat	2021	2022	2023
Primes	-	-	-
Décès	(2 015 136)	(2 056 042.3)	(2 141 277)
Rachat	(74 480 112)	(65 425 312.3)	(57 402 954)
Retraite	(7 265 387)	(6 701 418)	(8 523 326)
Pénalités de rachat	-	-	-
Variation de PM	53 694 524	35 963 091.5	39 357 753
Dotation de PPB	(9 877 189)	826 810.6	(6 709 976)
Dotation/ Reprise de la RKPI	(12 647 751)	(6 567 154.4)	(5 637 336)
Chargements	3 660 249	3 439 666	3 290 427
Frais d'administration	-	-	-
Frais d'acquisition	-	-	-
Frais de gestion	(3 128 460)	(3 037 299.5)	(2 952 270)
Frais de placements	(2 251 828)	(2 174 277.2)	(2 100 004)
Produits bruts des placements	44 110 580	41 878 865.3	40 129 225
PMVL sur actions réalisées	-	-	-
PMVL sur obligations réalisées	12 647 751	6 567 154.4	5 637 336
Résultat total	2 447 240	2 714 084	2 947 598

TABLE 11 – Compte de résultat des trois premières années de projection

Interprétations

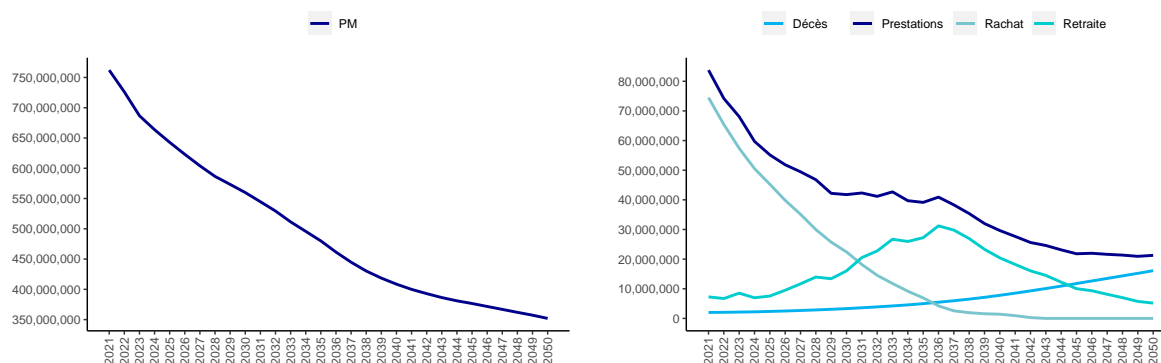


FIGURE 31 – Evolution des prestations et des provisions mathématiques

En observant la première figure, nous constatons que les provisions mathématiques diminuent au fil du temps. Ainsi, nous pouvons déduire que les flux entrants, à savoir la revalorisation au taux minimum garanti, le bonus, ainsi que la participation aux bénéfices relative à l'année N-3, sont toujours inférieurs aux flux sortants à savoir les prestations (Décès, Rachat, Sortie en retraite). De plus, l'étude du contrat est faite en run-off, donc il n'y a pas de primes à encaisser tout au long de la période de projection.

Nous remarquons dans la deuxième figure à droite que les rachats ont une tendance baissière aussi. Cela est dû à l'évolution des taux de rachats qui diminuent à partir d'une certaine ancienneté.

Les décès ainsi que les sorties en retraites ont par contre une tendance haussière. En effet, le taux de décès est une fonction croissante de l'âge. Ainsi, au fil du temps, l'âge des assurés augmente ce qui explique la hausse de la mortalité.

Quant aux taux de retraite, ils présentent une tendance haussière pour les âges allant de 40 à 60 ans et commencent à baisser à partir de 60 ans d'âge, ce qui explique le pic des sorties en retraite en 2037 vu l'âge moyen initial de 44 ans des assurés .

Nous observons que les prestations diminuent tout au long de la durée de projection avec une quasi-stabilité entre 2029 et 2036.

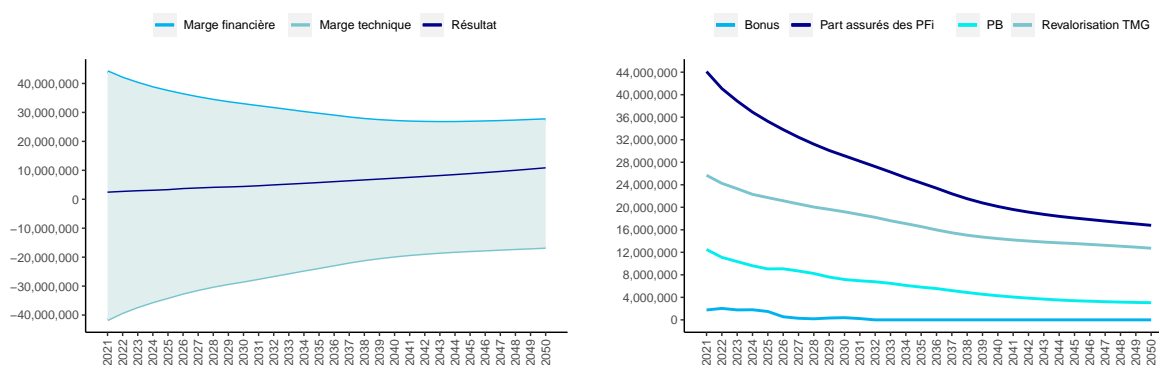


FIGURE 32 – Résultat ALM - Produits financiers

La première figure décrit l'évolution de la marge financière qui résulte de la différence entre les produits financiers après réallocation et les charges financières (Frais de placement). Nous constatons que l'assureur réalise une marge financière positive durant toute la période de projection. La même figure illustre que l'entité réalise une marge technique négative. En effet, le portefeuille étudié est en mode run-off. Ainsi, l'assureur n'a pas des revenus techniques (Primes, Chargements sur primes, etc. . .) à part les chargements sur encours qui sont plutôt négligeables. L'allure de la marge technique croît au fil du temps ce qui est expliqué par la diminution des prestations et des frais de gestion. Nous constatons également que le résultat est positif et augmente tout au long de la projection. Et ce, à cause de la marge financière qui arrive à surcompenser la marge technique chaque année de projection.

La deuxième figure illustre l'évolution de la part des produits financiers de l'assuré, le bonus, la PB ainsi que le montant de revalorisation au taux minimum garanti. Nous observons que l'entité arrive toujours à réaliser des produits financiers suffisants pour financer le TMG, cela est dû d'une part aux hypothèses financières du modèle ALM. En effet, l'assureur réalise des plus-values sur actions dans la plupart des années (24 / 30 ans) grâce au scénario central (des rendements des actions) généré par le GSE. En plus, les rendements des obligations sont toujours positives dans notre cas. D'autre part, le mécanisme de réallocation oblige l'assureur à faire des achats et ventes. Ainsi, des plus-values fictives sont réalisées suite à ce mécanisme.

Nous observons aussi qu'à partir de 2032, le bonus devient nul et ce vu qu'à cette date, les contrats restants dans le portefeuille dépassent tous 15 ans d'ancienneté.

Partie IV : Mise en oeuvre de la norme IFRS 17 sur un contrat d'épargne-retraite

I. Comptabilisation par l'approche VFA : Cadre théorique

Après la réalisation de notre modèle ALM, et la projection de notre bilan et compte de résultat sur un horizon de 30 ans, nous récupérons les éléments projetés suivants :

- Les cashs flows nécessaires au calcul du BE (Prestations, frais, chargements) par Model Point
- Les produits financiers et plus values réalisées
- Les provisions mathématiques d'ouverture par Model Point
- La Valeur de marché et la valeur comptable de l'actif

Ainsi, nous disposons de l'ensemble des éléments nécessaires à l'implémentation de la nouvelle norme IFRS 17 sur notre contrat d'épargne- retraite, et ce conformément à notre propre compréhension et interprétations.

Cette partie du rapport est divisée en 2 sous-parties. La première section vise à introduire l'ensemble des méthodes et mécanismes utilisés pour modéliser et calculer les différents éléments des états financiers en conformité avec la norme. La seconde section quant à elle, est entièrement dédiée à la présentation et à l'analyse des différents résultats obtenus.

Rappelons que la nouvelle norme concerne l'ensemble des contrats d'assurance et de réassurance. Ainsi, les compagnies d'assurance doivent déterminer d'abord toutes les composantes qui entrent dans le champ d'application d'IFRS 17. Une fois ces composantes assurantielles sont bien identifiées, les assureurs devront suivre une procédure en trois étapes pour mettre en oeuvre la nouvelle norme. Cette procédure est décrite par la figure ci-dessous :

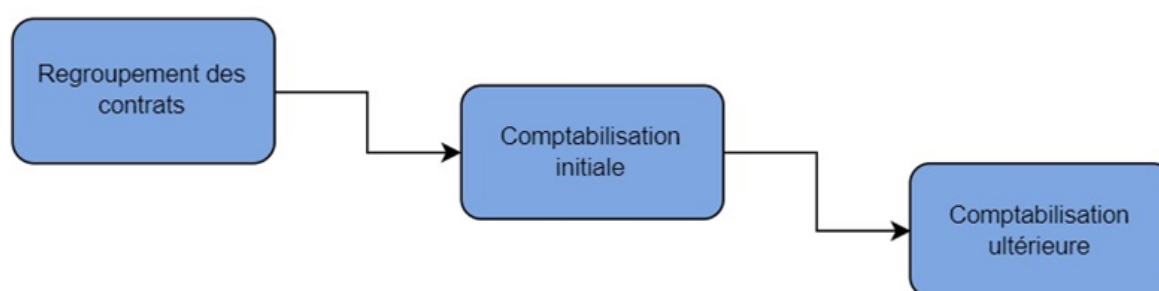


FIGURE 33 – Procédure générale d'application de la norme IFRS 17

- Les compagnies doivent d'abord regrouper leurs contrats selon trois critères (portefeuille, génération, profitabilité)
- L'entité doit réaliser la première évaluation du passif du groupe. Cette étape, appelée comptabilisation initiale dans la norme.

- Après la première comptabilisation, l'assureur doit réévaluer le passif à chaque fin d'année, puis constituer le compte de résultat sur l'exercice. Cette étape correspond à la comptabilisation ultérieure dans la norme IFRS 17.

I.1 Regroupement

Nous avons déjà mentionné dans la première partie de notre rapport que selon IFRS 17, tous les nouveaux contrats d'une entité doivent être regroupés avant d'être comptabilisés pour la première fois. Le groupe de contrats constitue la maille élémentaire des calculs de passifs d'assurance. Ainsi, la valeur comptable de chaque groupe est ensuite agrégée pour l'affichage des états financiers. A noter qu'une fois comptabilisé au sein d'un groupe, un contrat ne peut pas changer de groupe ultérieurement.

Rappelons que les assureurs devront regrouper leurs contrats en trois éléments : Portefeuille (les contrats d'un même groupe doivent comporter des risques similaires et être habituellement gérés ensemble), groupe de profitabilité (un groupe onéreux, un groupe de contrats ayant une probabilité de devenir onéreux et un groupe contenant tous les autres contrats) et cohorte (les contrats d'un même groupe doivent appartenir à une même cohorte générationnelle).

Dans notre étude, nous avons travaillé sur un regroupement plus fin à celui exigé par la norme. En effet, nos calculs du BE, RA et CSM ont été fait sur des Model Points dans un premier temps, puis nous avons fait les agrégations possibles en respectant les exigences de la norme.

Dans ce cadre, le regroupement par niveau de profitabilité peut se faire en plusieurs étapes : considérer d'abord chaque Model Point comme un sous-groupe IFRS 17, calculer pour chaque Model Point le stock de profit (CSM) correspondant en date de comptabilisation initiale et regrouper les Model Points suivant leur niveau de CSM.

A noter que la distinction entre le deuxième et le troisième niveau de profitabilité n'est pas simple a priori. En effet, pour pouvoir déterminer le deuxième groupe, l'entité a la possibilité de définir une méthode afin de pouvoir déterminer ce groupe. Pour ce faire, nous avons essayé de se baser dans notre étude sur le niveau de confiance utilisé pour le calcul du RA. En effet, en prenant un seuil de confiance α supérieur à celui utilisé dans le scénario central, le RA va augmenter, par conséquent la CSM va diminuer. Ainsi, des groupes qui ont été profitables avant peuvent maintenant apparaître onéreux suite à ce changement de RA. Ce groupe va être qualifié comme un groupe ayant une probabilité de devenir onéreux.

I.2 Comptabilisation à la transition

Après avoir rassemblé les contrats par groupe, l'entité devra réaliser la comptabilisation initiale de chaque nouveau groupe constitué. Idéalement, pour des contrats d'épargne, la date de comptabilisation initiale coïncide avec la première date de souscription du groupe de contrats. Néanmoins, l'assureur peut appliquer la norme après cette date en réalisant un mécanisme de transition. Ainsi, l'organisme peut utiliser les informations dont il dispose à la date de transition au lieu de la date initiale de comptabilisation pour définir les groupes d'assurance, et déterminer le bilan d'ouverture.

A la première comptabilisation, l'entité mesure les fulfillment cash-flows dans la frontière des contrats comprenant : le BE des flux entrant et sortant et l'ajustement de risque. Puis elle soustrait ces fulfillment cash-flows à la valeur de marché des actifs sous-jacents. Dans le cas où ce montant est positif, l'entité constitue une CSM. Sinon, elle constitue une composante de perte (Voir I.6 Traitement de la composante de perte).

Cette première comptabilisation doit être faite d'abord par model points ou par groupe de contrat. Ainsi, le bilan comptable global à la transition sera déterminé par agrégation des différents éléments.

Notons que la juste valeur de l'actif associé à chaque modèle points à une année N est donnée comme suit :

$$VM_i(t) = VM(t) \times \frac{PM_i(t)}{PM(t)}$$

Avec :

- $VM(t)$: La valeur de marché de l'actif l'année t
- $PM(t)$: La provision mathématique l'année t
- $PM_i(t)$: La provision mathématique du Model point i l'année t

I.3 Estimation des flux de trésorerie futurs et Calcul du BE

L'estimation des flux de trésorerie futurs est interprétée comme étant l'estimation des engagements techniques correspondant à une moyenne non biaisée des flux de trésorerie futurs attendus par l'assureur pour respecter son engagement, pondérés par leur probabilité et actualisés pour tenir compte de la valeur temps de l'argent et des risques financiers. Les cash-flows futurs sont calculés à partir de la différence entre les flux futurs sortants et les flux futurs entrants.

Afin d'évaluer un groupe de contrats, la compagnie d'assurance doit prendre en considération tous les flux de trésorerie futurs compris dans le périmètre de chacun des contrats du groupe. Les estimations de flux futurs doivent satisfaire deux critères :

- La prise en compte de toute l'information disponible par l'assureur concernant les montants, les dates et l'incertitude liés aux flux futurs de trésorerie.
- La frontière des contrats : les contrats cessent à partir du moment où l'assureur a le droit unilatéral de résilier le contrat, de refuser la prime, ou la capacité illimitée de modifier la prime ou le niveau des garanties des contrats.

Selon la norme, l'évaluation d'un contrat d'épargne doit inclure les flux donnés dans la table 12.

-	Primes	Souscriptions Versements (Programmés, libres)
-	Chargements	Chargements sur encours Chargements (sur primes production financières)
+	Sinistres	Prestations Rachats (Totaux, Partiels) Prestations Décès Prestations Retraite
+	Commissions	Commission (sur primes, production financière)
+	Frais	Frais de gestion Frais financiers

TABLE 12 – Les flux de trésorerie dans le cas d'un contrat d'épargne selon IFRS 17

Dans notre étude, le contrat est considéré en run-off et donc ne prévoit pas de souscriptions, de versements ou de frais d'acquisition. En plus, nous considérons uniquement les chargements sur encours, les frais de gestion et les frais de placement.

Formalisation mathématique du Calcul du BE

Afin de tenir compte de l'incertitude des flux de trésorerie résultants, l'organisme doit estimer le BE comme une espérance mathématique (c'est-à-dire la moyenne pondérée selon les probabilités de réalisation) de l'éventail complet des résultats possibles.

Mathématiquement, nous pouvons définir le Best Estimate par :

$$BE = \sum_{i=1}^{\infty} \mathbb{E}_{\mathbb{Q}} \left[\prod_{s < t} \frac{1}{1 + r_s} (CF_t^{out} - CF_t^{in}) \right]$$

- \mathbb{Q} la probabilité risque neutre
- CF_t les flux entrants et sortants à la date de projection t
- r_t le taux sans risque forward à la date t

Dans le cadre d'une modélisation par scénarios et en utilisant la méthode de Monte Carlo, le Best Estimate peut être exprimé de la façon suivante :

$$BE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^N flux(j)^i \times \delta(j)^i$$

Avec :

- N le nombre de scénarios économiques ou simulations
- T l'horizon de projection
- $flux(j)^i$ les flux de trésorerie de l'année j pour le scénario i
- $\delta(j)^i$ le déflateur relatif à l'année j et au scénario i

Dans notre projet, vu que nous avons travaillé avec des taux déterministes pour le décès, le rachat et la sortie en capital et un scénario central pour l'évolution des actif, le BE déterministe

se calcule dans ce cas de la manière suivante :

$$BE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^T flux(j) \times \delta(j)$$

Avec :

- $flux(j)$ les flux de trésorerie de l'année j
- $\delta(j)$ le déflateur relatif à l'année j

Notons que ce calcul peut se faire par model point ou d'une manière générale sur tout le portefeuille.

I.4 Taux d'actualisation

Comme mentionné précédemment, l'entité doit appliquer un ajustement dans l'estimation des flux futurs, pour refléter la valeur temps de l'argent et les risques financiers.

La norme propose 2 approches pour la construction de la courbe d'actualisation : (Voir paragraphe II.2 Le taux d'actualisation - Partie I)

- L'approche Bottom-Up
- L'approche Top-Down

Dans le cadre de notre étude, nous adoptons l'approche Bottom-Up avec une prime de liquidité de taux nationale de 1.5%

I.5 Ajustement au titre du risque non financier

Le Risk Adjustment (RA) correspond à la compensation attendue par l'entité d'assurance afin de faire face à l'incertitude des flux futurs de trésorerie relative aux risques non financiers.

Dans notre étude, les variables actuarielles qui sont susceptibles d'impacter l'engagement de l'assureur sont :

- La mortalité
- Le rachat
- La retraite

Dans ce sens, l'IASB exige que l'ajustement pour risque soit cohérent avec le niveau de risque. Il est alors nécessaire d'étudier le niveau de risque représentatif de l'aversion au risque de l'assureur par rapport à son portefeuille.

Aucune approche particulière n'est préconisée par la norme, laissant à l'assureur le choix sur la méthode de calcul. Le choix de la méthode pour une compagnie d'assurance dépendra de ses capacités de calcul et de modélisation, de sa familiarité avec l'approche et de sa flexibilité tout en répondant aux exigences de l'IFRS 17. La norme demande à l'entité de communiquer le seuil de confiance associé au calcul du RA.

Nous rappelons les 5 axiomes que doivent respecter le RA :

- être plus élevé pour des risques liés aux sinistres extrêmes que pour des sinistres attritionnels ;
- être plus élevé si la durée des contrats est plus longue à risque similaire ;
- être plus élevé si la distribution de probabilité des risques est large que si elle est étroite ;
- être plus élevé si l'estimation et la tendance présentent de nombreuses inconnues ;
- être moins élevé si les récents résultats techniques réduisent l'incertitude autour du montant et de l'échéancier des flux de trésorerie, et vice-versa.

Plusieurs méthodes et approches ont été proposées pour la modélisation du RA. On peut citer en général trois différentes approches :

Cout du capital

A l'instar de la norme prudentielle Solvabilité 2 avec le calcul de la marge pour risque, il est possible de concevoir un modèle similaire pour calculer le Risk adjustment. C'est la première méthode considérée et introduite largement car elle est déjà mise en œuvre pour déterminer la marge de risque. Le calcul dépend alors du coût du capital et de la projection des SCR (Solvency Capital Requirement). Les assureurs peuvent profiter du système d'évaluation des SCR qui est déjà développé, le RA est alors calculé comme la somme des SCRs actualisés pendant toute la période de couverture (pour les risques non financiers) en multipliant avec un taux de Cost of Capital.

$$RA = CoC \times \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}$$

Avec :

- CoC : Taux du coût du capital.

Dans notre étude, cette méthode ne sera pas utilisée vu que nous n'avons pas abordé la solvabilité 2.

Approches par chocs

Dans le cadre de la formule standard Solvabilité 2, le SCR pour chaque module de risque (SCR stand alone) est calculé séparément comme une sensibilité au facteur de risque correspondant. Le SCR stand alone est donc égal à la différence entre le BE choqué et le Best Estimate central. Ainsi, les SCRs stand alone sont agrégés en plusieurs niveaux, à partir d'une matrice de corrélation définie dans Solvabilité 2 pour nous donner le SCR total. En s'inspirant de ce calcul, plusieurs compagnies proposent une méthode de calcul du RA en utilisant la même méthodologie et la même matrice de corrélation, mais avec des niveaux de chocs différents.

La formule du Risk Adjustment pour un risque non financier k (RA^k) est déduite à partir de l'équation suivante :

$$RA^{(k)} = BE^{(k)} - BE$$

Avec $BE^{(k)}$ le Best estimate calculé après application d'un choc 'ajusté' sur le facteur de risque k , selon la même méthodologie que la formule standard SII.

Le RA total peut être obtenu en appliquant la même approche d'agrégation elliptique que pour la formule standard 2, en considérant la matrice de corrélation extraite pour les facteurs de risques non-financiers considérés.

$$RA = \sqrt{RWR}$$

Avec :

- W est la matrice de corrélation sous-jacente
- $R = (RA^1; \dots; RA^{(k)})$ est le vecteur des RA marginaux de K risques techniques.

Cependant, cette formule doit prendre en considération les divers points de différences entre la norme solvabilité 2 et le cadre IFRS 17. Ainsi, plusieurs ajustements seront apportés à cette méthode. En effet, le SCR sous solvabilité S2 correspond à une estimation des risques pour un horizon de 1 an, tandis que le RA est l'ajustement pour risques non financiers sur toute la période de couverture.

Ainsi, pour adapter cette approche, il est nécessaire de transformer des chocs Solvabilité 2 en chocs IFRS 17.

Sous certaines hypothèses de normalité, le choc au niveau α approprié dans le cadre d'IFRS 17 peut se déduire du choc Solvabilité 2 par l'ajustement suivant :

$$Choc_{IFRS\ 17}^k = \frac{q_\alpha}{q_{99.5\%}} \times \sqrt{T} \times Choc_{Solv\ 2}^k$$

Avec :

- q_α et $q_{99.5\%}$ sont respectivement le quantile à α et à 99.5% de la loi normale centrale réduite
- T est la durée jusqu'à la fin de la période de couverture
- $Choc_{Solv\ 2}^k$ ($k = 1, \dots, K$) sont les chocs annuels sur les facteurs de risque, définis dans le cadre de la solvabilité 2
- $Choc_{IFRS\ 17}^k$ ($k = 1, \dots, K$) sont des chocs sur toute la durée du contrat qui seront utilisés dans le cadre de l'IFRS 17, d'où le terme \sqrt{T} qui vient pour adapter le choc annuel de solvabilité sur toute la durée de vie du contrat considéré.
- $\frac{q_\alpha}{q_{99.5\%}}$ est le facteur d'ajustement du choc permettant d'atteindre un seuil de confiance

Approche stochastique

Elle est également appelée approche par VaR ou TVaR (Value at Risk et Tail value at risk) par les acteurs du secteur de l'assurance. Le calcul du Risk Adjustment s'appuie dans ce cas sur un Générateur de Scénarios Économiques. L'assureur projette les flux de trésorerie futurs en diffusant des scénarios choqués de risques non financiers afin d'obtenir une distribution des flux futurs actualisés. Chaque scénario diffusé implique une valeur du BE plus élevée que le BE central. La distribution ici est engendrée par des chocs sur les risques non-financiers, les risques financiers étant fixés. Grâce à cette distribution, l'entité déduit la valeur du RA en calculant une mesure de risque.

L'approche par coût de capital est la plus simple à mettre en pratique, car déjà construit au

cours des travaux de production de la Directive Solvabilité 2. Mais cette approche est éloignée des principes économiques invoqués dans la norme IFRS 17. L'approche par chocs est également inspirée de Solvabilité 2 reposant sur de multiples approximations. L'approche stochastique est conforme aux axiomes introduits dans la norme IFRS 17, et permet une évaluation du RA plus fidèle à la réalité des risques, mais son application est plus délicate.

Dans ce mémoire, c'est cette dernière méthode qui sera utilisée. Dans ce cadre, Plusieurs mesures de risques peuvent correspondre. Dans notre étude, les méthodes par quantile utilisées seront : la Value at Risk, et la Tail Value at Risk.

Valorisation du RA dans l'Approche stochastique

La valorisation de l'ajustement pour risque dans le cadre de IFRS 17 par l'approche stochastique est basé sur l'utilisation d'une mesure de risque m . La sélection de la mesure m est flexible. La norme IFRS 17 n'impose pas aux entités le choix d'une mesure spécifique ni le seuil de confiance.

Dans cette étude, nous avons retenu la mesure m suivante basée sur la VaR ou la TVAR :

$$RA = m(X) = VaR_{\alpha}(X) - E(X)$$

Le RA est alors défini comme étant l'écart entre le quantile au niveau α et l'espérance. Vu que la VaR n'est pas une mesure cohérente sous additive, l'assureur pourrait remplacer la VaR par la TVaR qui est une mesure cohérente. Dans ce cas le RA se calcule comme suite :

$$RA = m(X) = TVaR_{\alpha}(X) - E(X)$$

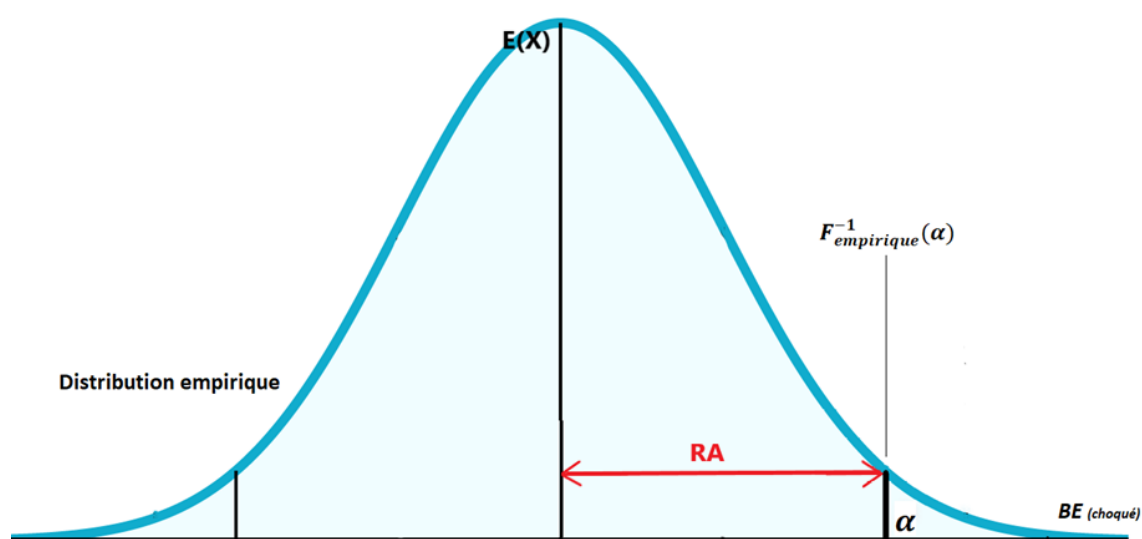


FIGURE 34 – Illustration du calcul du RA à partir d'une distribution empirique du BE

La VaR d'ordre α associée au risque X dans notre cas est donnée par :

$$VaR = \inf (x tq Pr(X > x) = \alpha) = F_X^{-1}(x)$$

Pour calculer le RA dans cette approche, il est nécessaire d'avoir recours à des simulations de Monte-Carlo. Dans chaque simulation, un choc sera appliqué simultanément sur la mortalité, le rachat structurel et la sortie en retraite.

Cette évaluation suit un processus en 5 étapes :

1. Diffuser des scénarios des risques non-financiers. Soit dans notre cas 100 scénarios pour chaque model points.
2. Pour chaque scénario des risques non-financiers, calculer une estimation du Best Estimate choqué en appliquant les scénarios de risque non financier dans le GSE.
3. Ajuster la distribution empirique par une loi usuelle et calculer la VaR qui correspond à un niveau de confiance fixé.
4. Calculer la VaR empirique si aucune loi usuelle n'ajuste correctement la série empirique des BE choqués. Dans ce cas, à partir des simulations, nous construisons une distribution empirique de laquelle il est possible d'extraire le quantile d'ordre α . Nous classerons les N simulations par ordre croissant et nous prendrons la valeur absolue de la $N^*(1-\alpha)$ *i*^{ème} plus petite valeur.
5. Déduire le RA en utilisant la mesure m.

Pour cette étude, nous avons pris les taux d'abattement suivant :

- Pour le rachat, le taux de choc est compris entre $[-2\% ; 2\%]$
- Pour le décès, le taux de choc est compris entre $[-2\% ; 2\%]$
- Pour la retraite, le taux de choc est compris entre $[-2\% ; 2\%]$

Notons que nous avons évalué le risk adjustment pour chaque model point i. Ainsi, le risk adjustment du portefeuille est donné comme suit :

$$RA = \sum_{i=1}^P RA_i$$

Avec :

- RA le risk adjustment du portefeuille
- RA_i le risk adjustment du Model point i
- P le nombre des Models points

I.6 La marge de service contractuel

La CSM est un concept central de la norme. La CSM fonctionne comme un stock de profits futurs. L'entité ne reconnaîtra la CSM qu'une fois le service d'assurance rendu. L'idée de la norme IFRS 17 est d'empêcher une reconnaissance immédiate du profit à l'émission du contrat, et de reconnaître le résultat au fur et à mesure que le service d'assurance est rendu.

La détermination du montant de CSM est réalisée à l'initialisation du contrat d'assurance,

puis à chaque période une partie de celle-ci est relâchée en compte de résultat, en lien avec le montant du service que l'entité a réalisé sur la période pour le contrat.

A noter que la CSM ne peut pas être négatif. Si à l'initialisation du contrat les fulfillment cash-flows sont négatifs, alors le contrat est dit onéreux et la CSM enregistrée est nulle. L'assureur doit alors comptabiliser une perte en compte de résultat égale à la perte attendue sur la durée du contrat. Ce montant est la composante de perte, que nous appellerons LC (Loss Component) dans la suite de ce rapport.

La CSM à la transition

Nous avons défini dans la première partie du rapport les 3 approches permettant le calcul de la CSM à la transition à savoir l'approche rétrospective complète, l'approche rétrospective modifiée et l'approche par juste valeur.

Dans notre cas, il serait impossible d'appliquer les deux premières approches en raison de manque de données. Ainsi, nous allons utiliser l'approche par juste valeur qui définit la CSM ou la composante de perte (LC) à la date de transition comme la différence entre la juste valeur du groupe de contrat d'assurance et les fulfillment cashflows (BE et RA) à la date de transition.

$$CSM_{Transition} = \text{Juste Valeur} - \text{Flux de trésorerie}$$

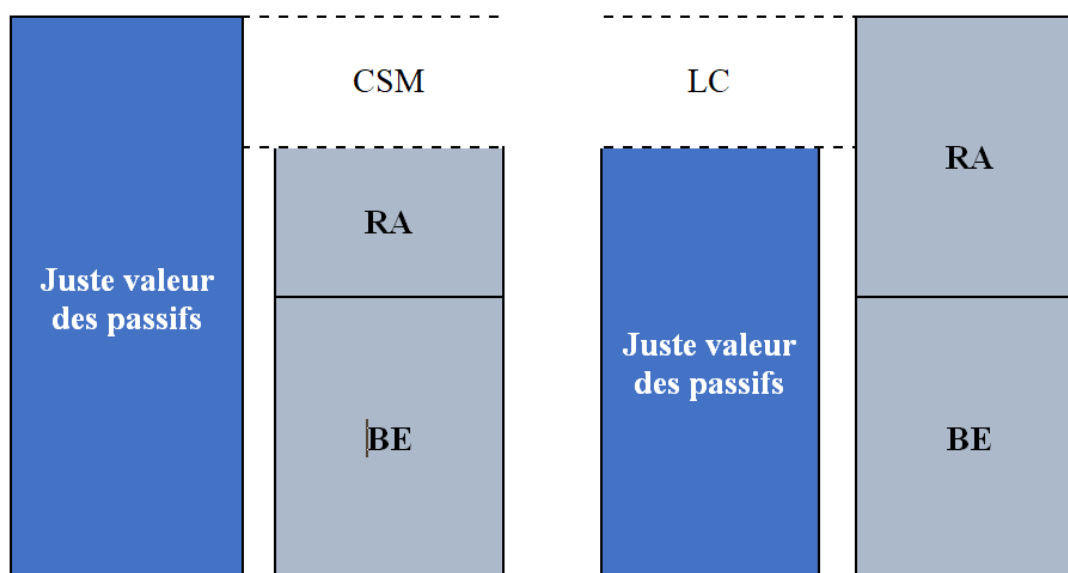


FIGURE 35 – Schéma simplifié du calcul dans l'approche par juste valeur

Le choix de la méthode de transition se fait selon l'arbre de décision suivant : l'approche rétrospective complète doit être réalisée en premier sauf si cette méthode est impossible à appliquer par l'entité (problème de données). Dans ce cas une des deux autres méthodes doit être appliquée. (Voir paragraphe II.4 Transition - Partie I)

Comptabilisation ultérieure dans le modèle VFA

Dans cette section, nous considérons que les groupes de contrats IFRS 17 sont déjà constitués, et que la première comptabilisation a été réalisée. L'entité cherche désormais à comptabiliser le groupe à une date de reporting ultérieure. Il s'agit ainsi de réviser ou de mettre à jour la valeur comptable du passif et fournir le compte de résultat sur l'exercice, en partant des valeurs comptables du groupe à la date d'évaluation précédente.

Dans le cas des contrats avec participation directe, c'est-à-dire les contrats pour lesquels l'assureur s'engage à partager avec l'assuré un rendement en fonction d'éléments sous-jacents clairement identifiés, le modèle général Building Block Approach (BBA) n'est plus adapté. L'entité est dès lors tenue d'appliquer le modèle Variable Free Approach (VFA).

Ainsi, dans notre mémoire il est indispensable d'utiliser le modèle VFA vu que les contrats d'épargne sont classés comme des contrats à participation directe. Nous allons introduire dans cette partie les particularités de la méthode VFA, les différents mécanismes et transferts des flux lors d'une comptabilisation ultérieure.

La Variable Fee Approach

Nous avons vu que le modèle VFA est un modèle applicable aux contrats à participation directe. Ce modèle reprend les concepts et les mécanismes du modèle général lors de la comptabilisation initiale. Mais, des différences se créent sur les éléments qui sont comptabilisés en CSM ainsi que sur le résultat financier dans les comptabilisations ultérieures. En effet, la particularité de l'approche VFA est que la variation de la part de l'assureur dans la juste valeur (à expliquer en bas de page) des éléments sous-jacents et les modifications d'hypothèses économiques (courbe des taux, etc.) impactent la CSM, contrairement au modèle général. Cette CSM est amortie au travers des unités de couvertures (*coverage units*), rythme d'écoulement des engagements, en compte de résultat.

Nous nous concentrons dans cette section sur la méthode VFA. Cependant, nous nous présentons une table récapitulatif de la méthode générale dans l'annexe afin de mieux visualiser les différences entre les deux méthodes.

Comptabilisation ultérieure

Les comptabilisations ultérieures permettent de réaliser les états financiers (compte de résultat, bilan et annexes). L'objectif est de faire évoluer chaque provision IFRS 17 de l'ouverture à la clôture par des mouvements tout en respectant les postes du compte de résultat qui doivent être impactés, en fonction de la nature des mouvements.

Plusieurs méthodes peuvent être implémentées pour réaliser cette analyse de mouvement. Nous présentons ci-dessous une méthode qui permet d'isoler l'ensemble des agrégats par nature, permettant ainsi une meilleure compréhension et visibilité sur les mouvements de bilan. Pour ce faire, nous analysons les mouvements des éléments du passif de l'ouverture à la clôture selon la méthodologie suivante :

Étape 0 : L'ouverture

A l'ouverture, nous avons d'un côté la valeur actualisée probable des provisions et d'un autre côté la VM des actifs sous-jacents. A noter que dans la pratique, le BE à l'ouverture contient une part de TVOG, liée aux coûts et options des garanties présentes dans les contrats. Par simplification, nous ne modélisons pas cette composante.

Étape 1 : Impact des affaires nouvelles

Cette première étape consiste à mesurer l'impact des nouveaux contrats introduit postérieurement à une date de clôture dans le portefeuille. En effet, l'introduction de nouveaux assurés dans le portefeuille va générer des engagements pour l'assureur vis-à-vis de ces clients, ce qui va impacter notre BE, RA ainsi que la CSM.

L'ajout de nouveaux contrats peut conduire au changement du taux d'actualisation. En effet, le taux d'actualisation est défini à la date de comptabilisation initiale alors que ces contrats sont émis sur un exercice différent de celui des contrats déjà préexistants dans le portefeuille.

Notons que cette étape présente une problématique pratique pour l'entité. En effet, la valeur de la VM participante diminue en raison de l'entrée des nouvelles souscriptions à laquelle une part des plus-values latentes est attribuée.

Étape 2 : L'impact du décalage d'un an dans la vision des flux

Cette étape consiste à capitaliser les agrégats au taux sans risque de l'année N, ce qui va impacter le BE, la VM des actifs ainsi que le RA reflétant ainsi le facteur temps.

Dans cette étape un second effet est observé, c'est celui du relâchement du RA, qui traduit la réduction de l'incertitude sur les cash-flows, relative aux risques non financiers.

Étape 3 : Déduction des flux attendus sur l'exercice

L'étape 3 se résume dans le retrait des flux espérés de l'exercice, des flux qui ont été désactualisés à la suite de l'étape précédente, et donc de ne considérer que les flux futurs à partir de la fin de la période de cet exercice.

Lors de cette étape, le relâchement de la prestation se fait au niveau du revenu d'assurance dans le compte de résultat. Les frais de la période passent toujours en revenu d'assurance. De même, les variations de RA, relâchement lié au fait qu'il n'y a plus d'incertitude sur les flux versés dans l'année, sont affectées en revenu d'assurance.

Concernant les flux réels de la période, ils seront comptabilisés dans les frais des services d'assurance.

Étape 4 : Impact d'expérience au titre des services futurs

Cette étape consiste à passer d'une situation de départ N en se basant sur les estimations de

l'entité (produits financiers risque-neutre, frais anticipés, prestations etc.) à la situation N réelle et observée. Ainsi, les produits financiers réels sont pris en compte ainsi que les flux de frais et prestations réalisés.

Les flux futurs sont impactés en raison d'une assiette de départ modifiée. Ces changements viennent impacter la CSM au titre des services futurs.

Etape 5 : Changement d'hypothèses futures

La cinquième étape représente la dernière étape de l'analyse des mouvements. Elle résume le changement des hypothèses utilisées pour projeter les cash-flows futurs. Nous pouvons diviser ces hypothèses en deux familles, les hypothèses non-économiques qui ne seront pas forcément changées à chaque période et les hypothèses économiques, qui seront actualisées d'une période à une autre.

Hypothèses économiques	Hypothèses non économiques
Niveau de plus-values latentes réalisées	Hypothèses de rachats
Rendements et volatilité des taux et des actions	Hypothèses de mortalité
Coube des taux	Hypothèses des frais
Stratégie et règles de managements du modèle ALM (Allocation du portefeuille, PB)	Hypothèses liées au comportement de l'assuré concernant la sortie en retraite

TABLE 13 – VFA- Hypothèses économiques et non économiques

Tous les mouvements résultant de ces changements d'hypothèses impactent la CSM dans le modèle VFA.

Best Estimate

Le BE de fin d'année est augmenté d'abord de l'engagement des nouveaux contrats inscrits et la capitalisation du BE du début d'année. Il est diminué des prestations et des frais attendus. En plus, la réévaluation des services futurs (Impact d'expérience au titre des services futurs et le changement des hypothèses techniques et financières) vont tous impacter le BE. En fin, le BE de fin d'année sera ajusté par le changement de la courbe d'actualisation utilisée.

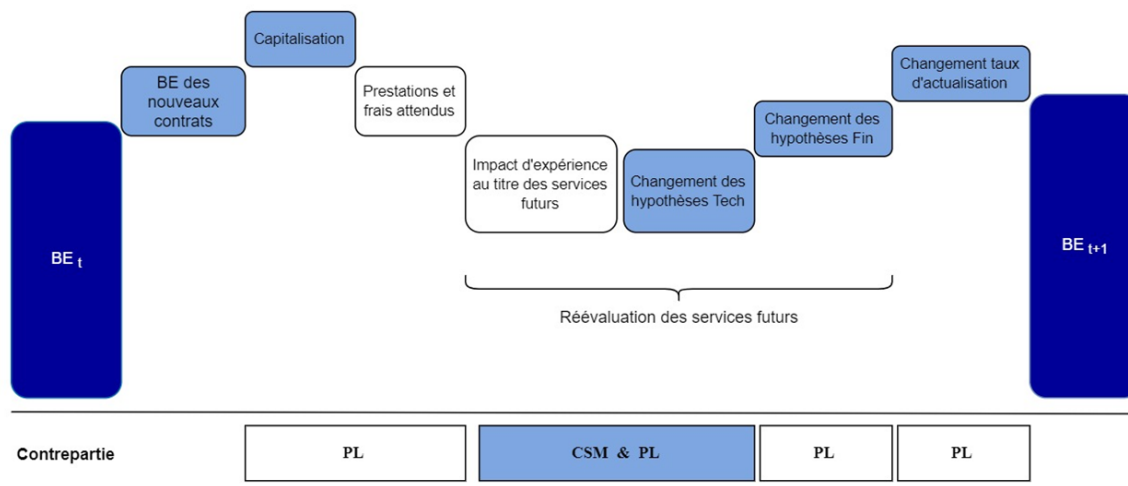


FIGURE 36 – Analyse des variations impactant le BE

Risk Adjustment

Le RA sera capitalisé d'une part pour prendre en considération la valeur temps. Il sera réévalué pour refléter l'incertitude future de l'assureur et finalement amorti via le compte de résultat.

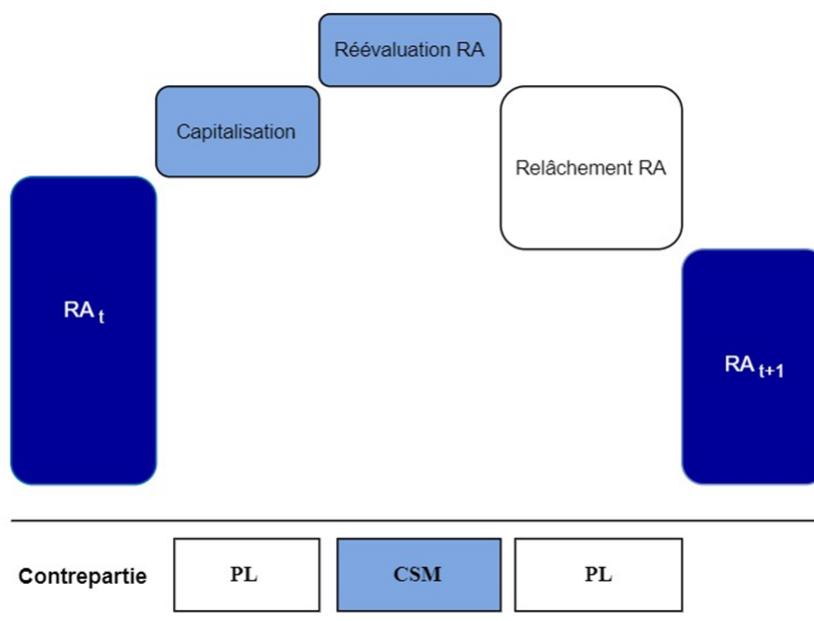


FIGURE 37 – Analyse des variations impactant le RA

Contractual service margin

La CSM sera ajustée par les nouveaux contrats et la part de la variation de la juste valeur des actifs. En plus, l'écart d'expérience sur les services courants et futurs ainsi que la mise à jour des hypothèses techniques et financières impacteront la CSM. En fin, la variation de la RA suite à sa réévaluation va être absorbée par la CSM. La CSM de fin d'année sera déduite après amortissement en utilisant une unité de couverture.

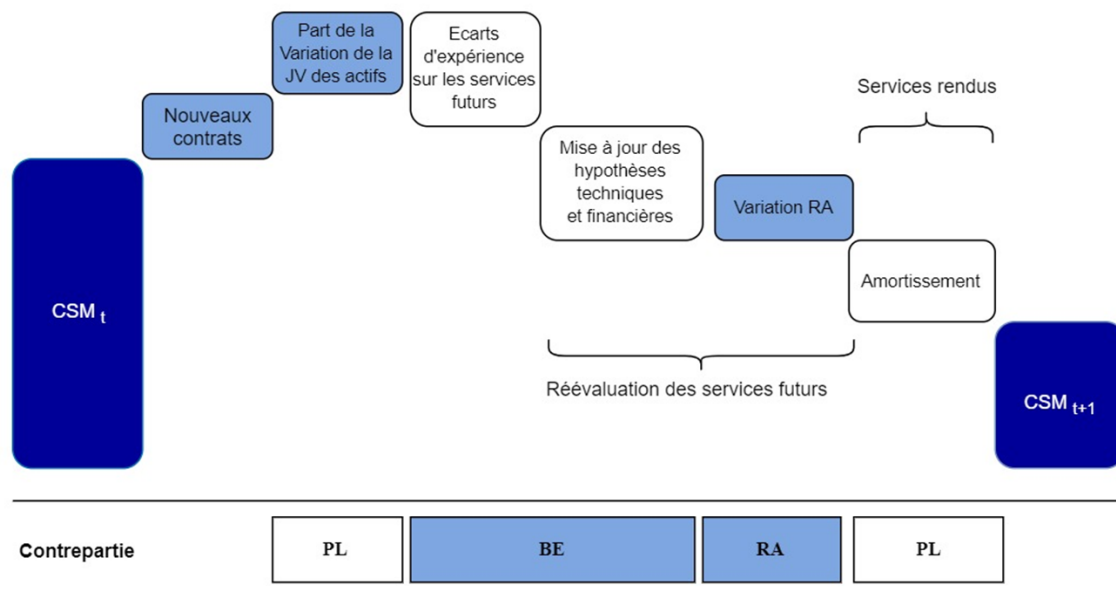


FIGURE 38 – Analyse des variations impactant la CSM

I.7 Traitement de la composante de perte

Nous avons mentionné que la CSM ne peut jamais être négative et doit être calculée par groupe de contrats. Ainsi, lorsque la CSM ne peut absorber la totalité des ajustements, c'est-à-dire lorsque le contrat devient onéreux, l'entité doit enregistrer une perte future. Cette dernière est comptabilisée intégralement en résultat la première année de sa reconnaissance et un élément de perte est suivi hors bilan. La perte comptabilisée pourra être reprise en cas d'amélioration des résultats attendus avant la reconstitution de la CSM au bilan.

Les années suivantes, une partie des prestations et frais survenus au cours de l'année est allouée à l'élément de perte selon un certain ratio (*Systematic Allocation Ratio*), afin de tenir compte de la survenance de ces dépenses et des pertes associées :

$$\text{Allocation dépenses survenues}_t = \text{Dépenses survenues}_t \times \text{SAR}_t$$

De même, une partie de la charge de capitalisation du Best Estimate et du Risk Adjustment est allouée à l'élément de perte selon ce même ratio :

$$\text{Allocation charges capitalisation}_t = \text{Charge capitalisation}_t \times \text{SAR}_t$$

Le ratio d'allocation de la perte permet d'allouer une partie des pertes survenues et donc d'amortir l'élément de perte. Les dépenses survenues sont imputées à l'élément de perte au prorata de l'élément de perte à l'ouverture sur la totalité du passif à l'ouverture.

$$SAR_t = \frac{Perte_{t-1}}{Passif_{t-1}}$$

Hors impact d'amélioration ou de dégradation du contrat, l'élément de perte serait réévalué à :

$$Perte_t^{(1)} = Perte_{t-1} + Allocation\ charges\ capitalisation_t - Allocation\ dépenses\ survenues_t$$

A cela, on ajoute les impacts correspondant aux écarts d'expérience et changements d'hypothèses techniques :

$$Perte_t^{(2)} = Perte_t^{(1)} - Impact\ expérience\ sur\ flux\ futurs_{Passif} - Impact\ Changements\ d'hypothèses\ techniques$$

La composante de perte est ensuite ajustée de l'effet de la variation de la juste valeur des actifs-part assureur :

$$Perte_t = Perte_t^{(2)} - Variation\ JV\ part\ assureur$$

Ainsi la reconnaissance des contrats onéreux enregistrée en compte de résultat serait équivalente à :

$$Reconnaissance_t = Min(Perte_t^{(2)}, Variation\ JV\ part\ assureur)$$

La figure ci-dessous illustre les variations impactant la composante de perte :

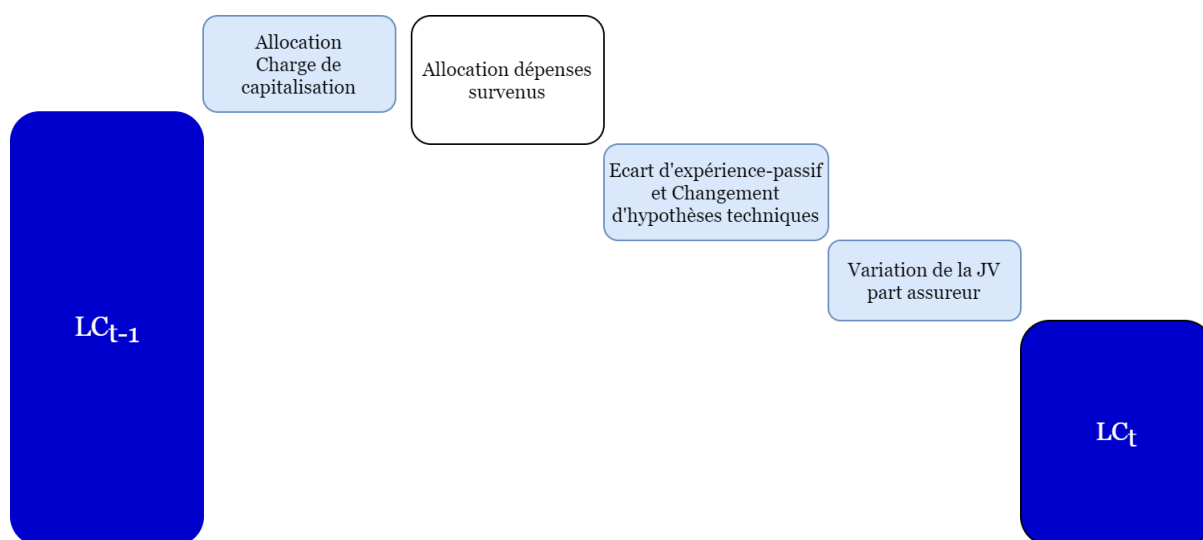


FIGURE 39 – Analyse des variations de la composante de perte

La figure 40 illustre les différents éléments d'analyse de mouvement et leur impact sur le compte de résultat sous la norme IFRS 17 :

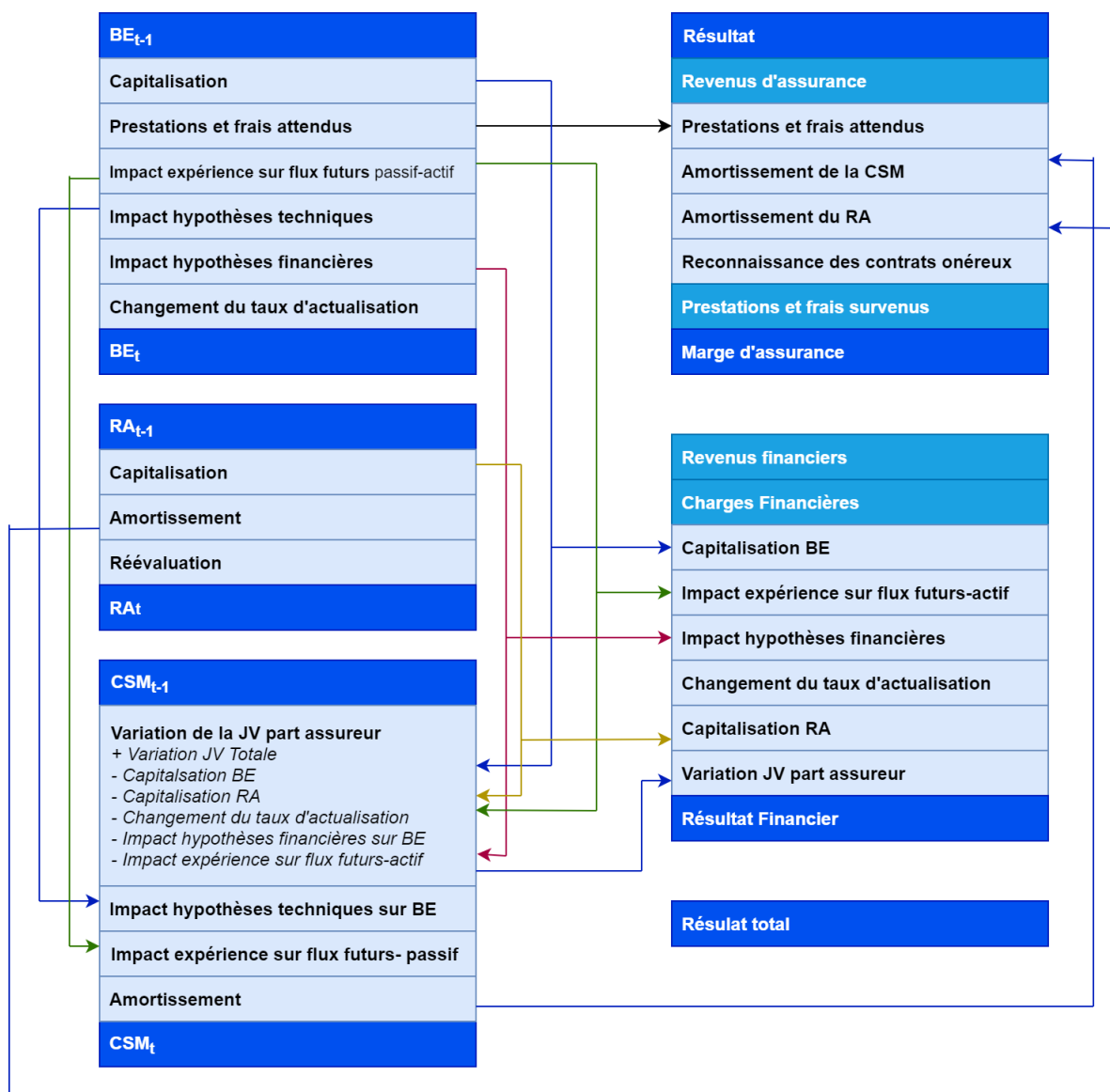


FIGURE 40 – Analyse des variations des provisions IFRS 17 - Compte de résultat

II. Mise en application et analyse des résultats

II.1 Regroupement des contrats et comptabilisation initiale

Les calculs sont effectués à la maille Model point. Nous nous retrouvons ainsi avec 468 Models points profitables, 1 susceptible de devenir onéreux et 3 Models points onéreux. Le table ci-dessous en illustre les caractéristiques :

MP	Ancienneté	Age	TMG	BE	RA	LC	VM Actifs
8	10	42	2.75%	2 357 768	56 618	121 801	2 292 585
92	14	43	4.5%	18 895	142	465	18 572
111	15	45	4.5%	3 119	28	82	3 064

TABLE 14 – Model points onéreux à la transition

Si on fixe le TMG, le caractère onéreux du MP 8 pourrait être expliqué par le fait que le taux de rachat maximal est celui correspondant à une ancienneté de 10 ans. En effet, parmi les 25 MP avec un TMG de 2.75 %, le MP 8 est le moins ancien donc non seulement présente-t-il une plus grande probabilité de sortie en rachat la première année mais a également une durée plus longue. De plus, il est caractérisé par le plus grand nombre de contrats parmi ces Models points ce qui fait que la projection de ses frais de gestion est plus importante.

De même, si on fixe l'ancienneté, on retrouve que le MP 8 présente l'âge moyen le plus élevé ainsi que le plus grand nombre de contrats. D'où une probabilité de décès et des frais de gestion plus importants.

Semblablement, en fixant le TMG, on retrouve que les MP 92 et 111 sont onéreux vu leurs taux de rachat élevés en comparaison avec le restant des MPs avec 4.5 % de TMG, exception faite pour les MP avec 12 et 13 ans d'ancienneté. En effet, les MP 92 et 111 se retrouvent onéreux à l'encontre de ceux-ci à cause des âges moyens plus grands et par la suite des probabilités de décès plus importantes.

De même, en fixant l'ancienneté, le caractère onéreux des deux MPs est entièrement expliqué par le niveau de TMG étant le plus élevé.

L'élément de perte à la transition s'élève ainsi à 122 349 DHs et il est alloué à 100% en résultat la même année.

Le bilan à la transition se présente comme suit :

Actif	2020
Actions	282 713 901
Obligations	780 329 738
Monétaire	24 313 999
Total	1 087 357 638

Passif	2020
Fonds propres	(122 349)
Best Estimate	826 566 151
Risk Adjustment	66 999 615
Contractual service margin	193 914 222
Total	1 087 357 638

TABLE 15 – Bilan IFRS 17 à la transition

II.2 Allocation de la CSM

Ainsi, il convient de déterminer la méthode d'allocation de la CSM en résultat sur l'horizon de projection. Dans ce qui suit, nous testons deux unités de couverture : les prestations attendues actualisées versus les prestations attendues non actualisées.

$$\text{Unité de couverture}_1 = \text{Prestations attendues non actualisées}$$

$$\text{Unité de couverture}_2 = \text{Prestations attendues actualisées}$$

La table 14 illustre l'impact de l'usage des deux unités de couverture sur l'amortissement et par la suite sur l'évolution de la CSM durant les 3 premières années de projection.

Nous remarquons que l'usage des unités de couverture actualisées permet une reconnaissance plus élevée de la CSM en résultat pendant les premières années de projection, chose corroborée davantage par les graphes illustratifs de l'évolution de l'amortissement de la CSM et du RA sur l'horizon de projection.

En effet, l'utilisation des unités de couverture non actualisées conduit à donner trop de poids aux périodes futures, et donc à reporter la reconnaissance des marges sur les années futures. Egalement, l'utilisation des unités de couverture actualisée aboutit à une CSM qui évolue plus linéairement.

Par la suite, nous retiendrons donc comme unités de couverture les prestations attendues actualisées.

Unités de couverture non actualisées	2021	2022	2023
Unités de couvertures	85 480 674	75 954 683	69 829 404
Unités de couverture restantes	1 222 505 730	1 137 025 056	1 061 070 373
Facteur d'amortissement	6.99 %	6.68 %	6.58 %
CSM _{t-1}	193 914 222	186 228 465	179 501 820
CSM ajustée	200 228 979	192 351 113	186 297 143
Amortissement	14 000 514	12 849 293	12 260 279
CSM _t	186 228 465	179 501 820	174 036 864

Unités de couvertures actualisées	2021	2022	2023
Unités de couvertures	85 480 674	73 626 440	65 520 586
Unités de couverture restantes	822 271 630	736 790 956	663 164 516
Facteur d'amortissement	10.39 %	9.99 %	9.87 %
CSM _{t-1}	193 914 222	179 413 828	167 029 981
CSM ajustée	200 228 979	185 574 132	173 895 190
Amortissement	20 815 151	18 544 151	17 180 827
CSM _t	179 413 828	167 029 981	156 714 363

TABLE 16 – Amortissement de la CSM en utilisant des unités de couvertures non actualisées / actualisées

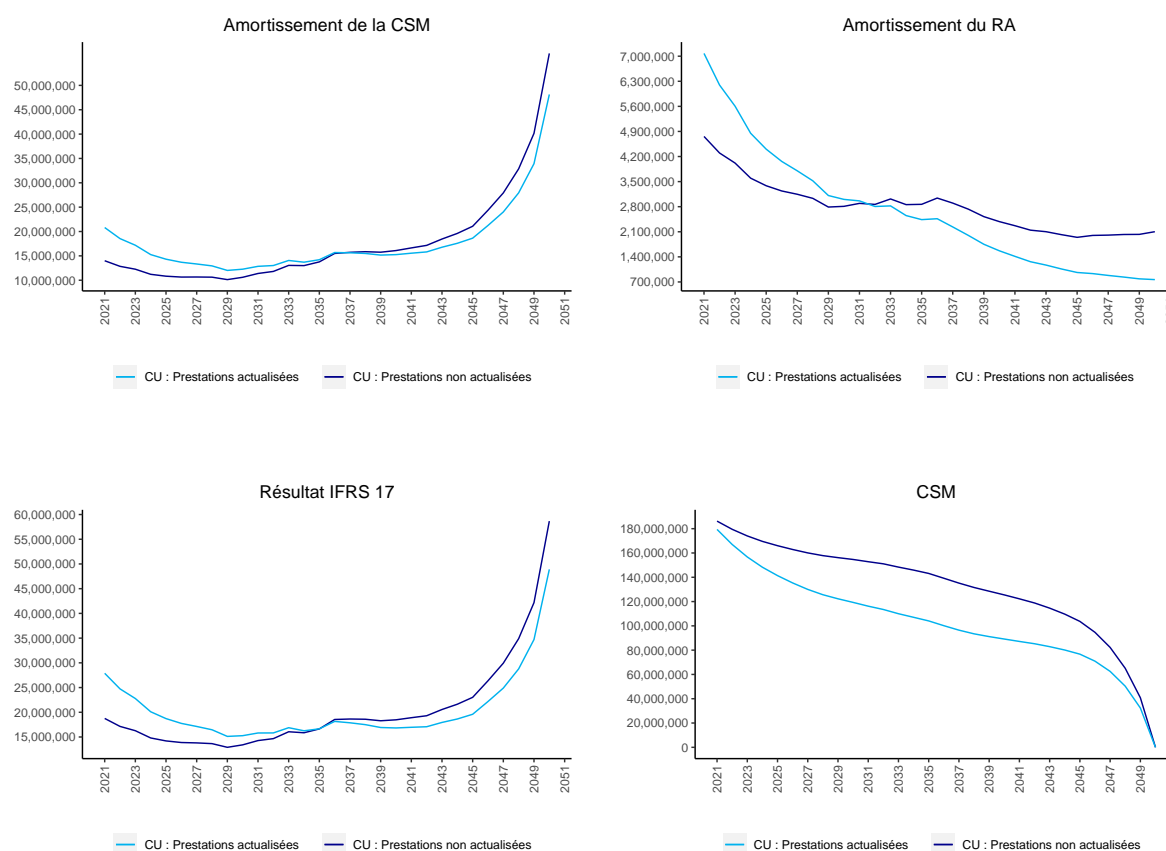


FIGURE 42 – Impact de l'actualisation des unités de couverture

II.3 Comptabilisation ultérieure

Les tables suivantes illustrent les analyses de mouvement des provisions du passif sous IFRS 17, chose nécessaire à la réalisation du compte de résultat et du bilan tout au long de l'horizon de projection.

	2021	2022	2023
BE_{t-1}	826 566 151	771 200 260	723 607 056
Capitalisation	13 285 532	12 544 788	11 906 109
Prestations prévues	(85 480 674)	(75 954 683)	(69 829 404)
Impact expérience sur flux futurs	-	-	-
Impact hypothèses techniques	-	-	-
Impact hypothèses financières	-	-	-
Changement du taux d'actualisation	16 829 251	15 816 691	14 876 824
BE_t	771 200 260	723 607 056	680 560 585
RA_{t-1}	66 999 615	60 999 499	55 797 007
Capitalisation	1 076 896	992 253	918 075
Amortissement	(7 077 012)	(6 194 745)	(5 603 444)
Réévaluation	-	-	-
RA_t	60 999 499	55 797 007	51 111 637
CSM_{t-1}	193 914 222	179 413 828	167 029 981
Variation JV des actifs part Assureur	6 308 259	6 153 078	6 859 053
Variation JV des actifs totale	37 499 938	35 506 810	34 560 061
Capitalisation du BE	(13 285 532)	(12 544 788)	(11 906 109)
Capitalisation du RA	(1 076 896)	(992 253)	(918 075)
Changement du taux d'actualisation BE	(16 829 251)	(15 816 691)	(14 876 824)
Impact hypothèses financières sur le BE	-	-	-
Impact expérience sur flux futurs - actif	-	-	-
Impact hypothèses techniques sur BE	-	-	-
Impact expérience sur flux futurs - passif	-	-	-
CSM ajustée	200 228 979	185 574 132	173 895 190
Amortissement	(20 815 151)	(18 544 151)	(17 180 827)
CSM_t	179 413 828	167 029 981	156 714 363

TABLE 17 – Table des variations des éléments du passif sous IFRS 17

Ainsi, nous obtenons le compte de résultat et le bilan des trois premières années de projection comme présentés par les tables ci-dessous :

Résultat	2021	2022	2023
Revenus d'assurance	113 366 340	100 686 352	92 607 519
Prestations et frais attendus	85 480 674	75 954 683	69 829 404
Amortissement de la CSM	20 815 151	18 544 151	17 180 827
Amortissement du RA	7 077 012	6 194 745	5 603 444
Reconnaissance des contrats onéreux	(6 497.71)	(7 226.90)	(6 155.89)
Prestations et frais survenus	(85 480 674)	(75 954 683)	(69 829 404)
Marge d'assurance	27 885 665	24 731 669	22 778 115
Revenus financiers	37 499 938	35 506 810	34 560 061
Charges financières	(37 499 938)	(35 506 810)	(34 560 061)
Capitalisation BE	(13 285 532)	(12 544 788)	(11 906 109)
Impact expérience sur flux futurs - actif	-	-	-
Impact hypothèses financières	-	-	-
Changement du taux d'actualisation	(16 829 251)	(15 816 691)	(14 876 824)
Capitalisation RA	(1 076 896)	(992 253)	(918 075)
Variation JV des actifs part Assureur	(6 308 259)	(6 153 078)	(6 859 053)
Résultat financier	-	-	-
Résultat total	27 885 665	24 731 669	22 778 115
Actif	2021	2022	2023
Actions	280 631 764	269 710 838	260 188 115
Obligations	727 563 831	699 250 320	674 561 779
Monétaire	31 181 307	29 967 871	28 909 791
Total	1 039 376 902	998 929 028	963 659 685
Passif	2021	2022	2023
Fonds propres	27 763 316	52 494 985	75 273 100
Best Estimate	771 200 260	723 607 056	680 560 585
Risk Adjustment	60 999 499	55 797 007	51 111 637
Contractual service margin	179 413 827	167 029 981	156 714 363
Total	1 039 376 902	998 929 028	963 659 685

TABLE 18 – Bilan et compte de résultat IFRS 17 des trois premières années

II.4 Projection du bilan et du compte de résultat

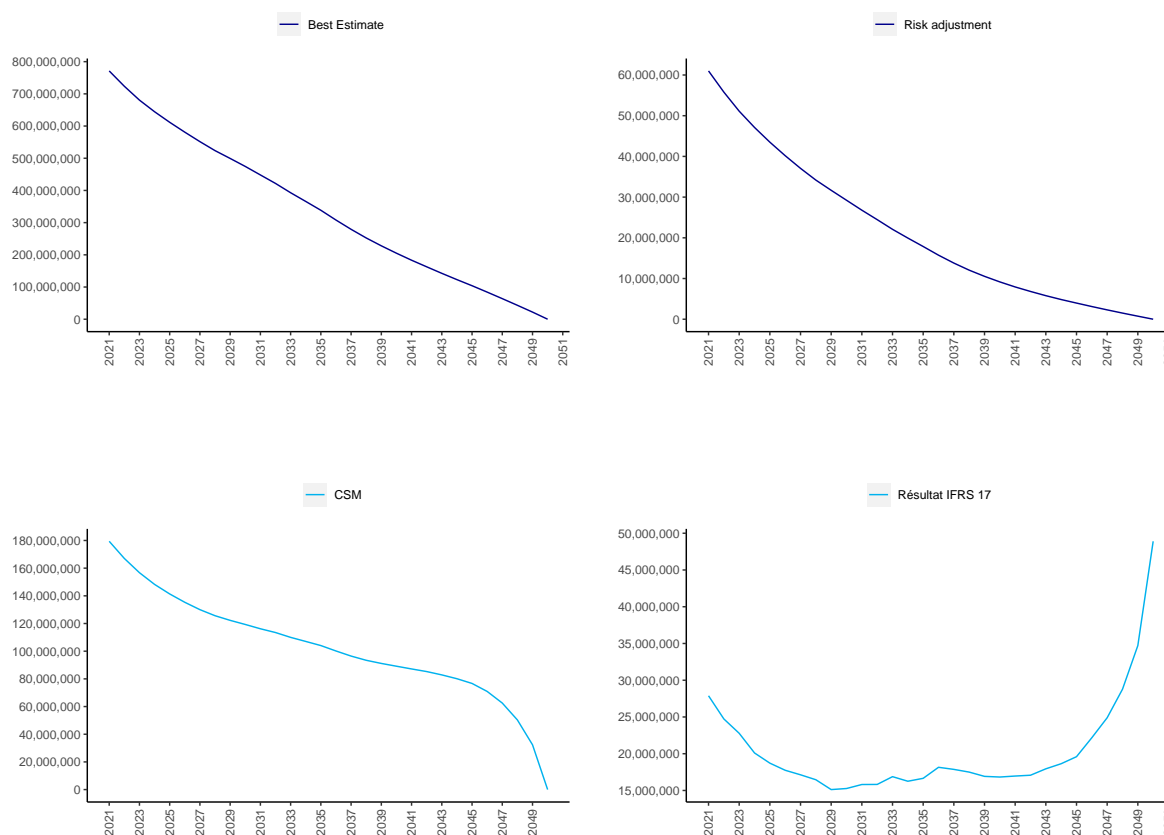


FIGURE 44 – Evolution des provisions et du résultat IFRS 17 sur l'horizon de projection

Le Best Estimate évolue à la baisse du fait de la diminution des frais et prestations attendues au fil du temps.

Quant au Risk adjustment, nous constatons qu'il évolue à la baisse. En effet, au fil du temps, l'incertitude par rapport aux montants et au calendrier des prestations se réduit, ainsi le Risk adjustment s'amortit tout au long de l'horizon de projection

La CSM décroît tout au long de l'horizon de projection. Cela est dû à son amortissement et à sa reconnaissance en résultat à chaque année de projection. Le résultat IFRS 17, comme vu précédemment est constitué des relâchements de la CSM et du RA. Par conséquent, son évolution suit le même rythme que l'amortissement de la CSM.

La tendance haussière de l'amortissement est due à l'augmentation de la part de l'assureur de la variation de la juste valeur sur l'horizon de projection, comme illustré dans le graphe ci-dessous :

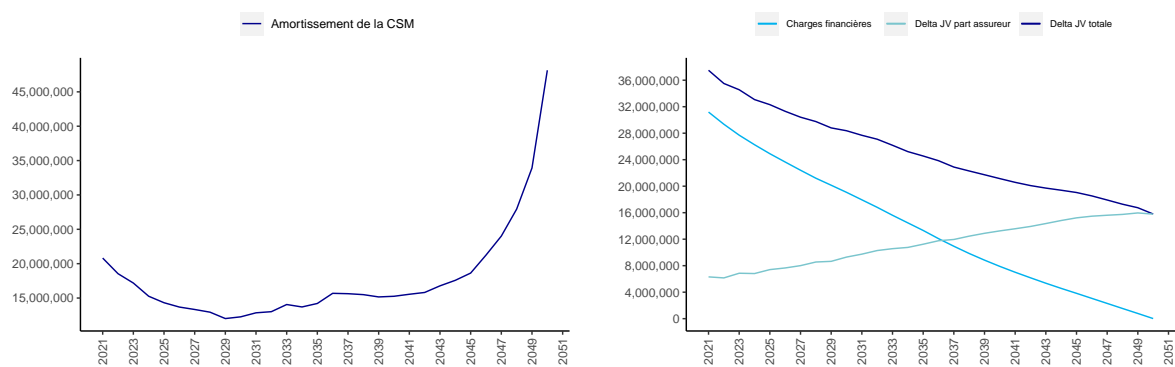


FIGURE 45 – Amortissement de la CSM et variation de la JV- part assureur

Nous remarquons que, sur l’horizon de projection, la variations de la juste valeur totale décroît moins rapidement que les charges imputées à celle-ci. Nous rappelons que :

$$\begin{aligned} \text{Charges} &= \text{Capitalisation du BE} + \text{Capitalisation du RA} \\ &+ \text{Effet du changement du taux d'actualisation} \end{aligned}$$

Ce qui explique la croissance de la part de l’assureur de la variation de la juste valeur ,et ainsi le caractère haussier du résultat.

II.5 Traitement de la composante de perte

Nous illustrons dans la table ci-dessous les différentes étapes de traitement de la composante de perte, en prenant comme exemple le Model Point 8 onéreux à la date de première comptabilisation.

	2021	2022	2023
Capitalisation BE	37 897	34 820	32 368
Capitalisation RA	910	838	776
Prestations et frais survenus	297 657	247 583	217 478
Perte_{t-1}	121 801	114 502	109 967
Passif_{t-1}	2 292 585	2 069 866	1 890 129
SAR_t	5.31 %	5.53 %	5.81 %
Charge de capitalisation BE	2 013	1 926	1 883
Charges de capitalisation RA	49	46	45
Charge de prestations et frais survenus	15 814	13 696	12 653
Variation JV des actifs part assureur	(6 453)	(7 189)	(6 131)
Perte_t	114 502	109 967	105 373
Reconnaissance des contrats onéreux	(6 453)	(7 189)	(6 131)

TABLE 19 – Exemple de traitement de la composante de perte - Model point 8

Comme mentionné précédemment, la composante de perte est allouée entièrement en résultat la même année de sa reconnaissance. Les années suivantes, une partie des prestations et frais survenus durant l'année est allouée à la composante de perte selon un certain ratio (*SAR*), afin de tenir compte de la survenance de ces dépenses. De même, une partie de la charge de capitalisation du Best Estimate et du Risk Adjustment est allouée à l'élément de perte selon ce même ratio.

Dans notre cas, aucun écart d'expérience ni changement d'hypothèses au passif n'est enregistré. Le seul changement ayant une incidence sur la profitabilité du contrat correspond à l'effet de variation de JV des actifs part Assureur.

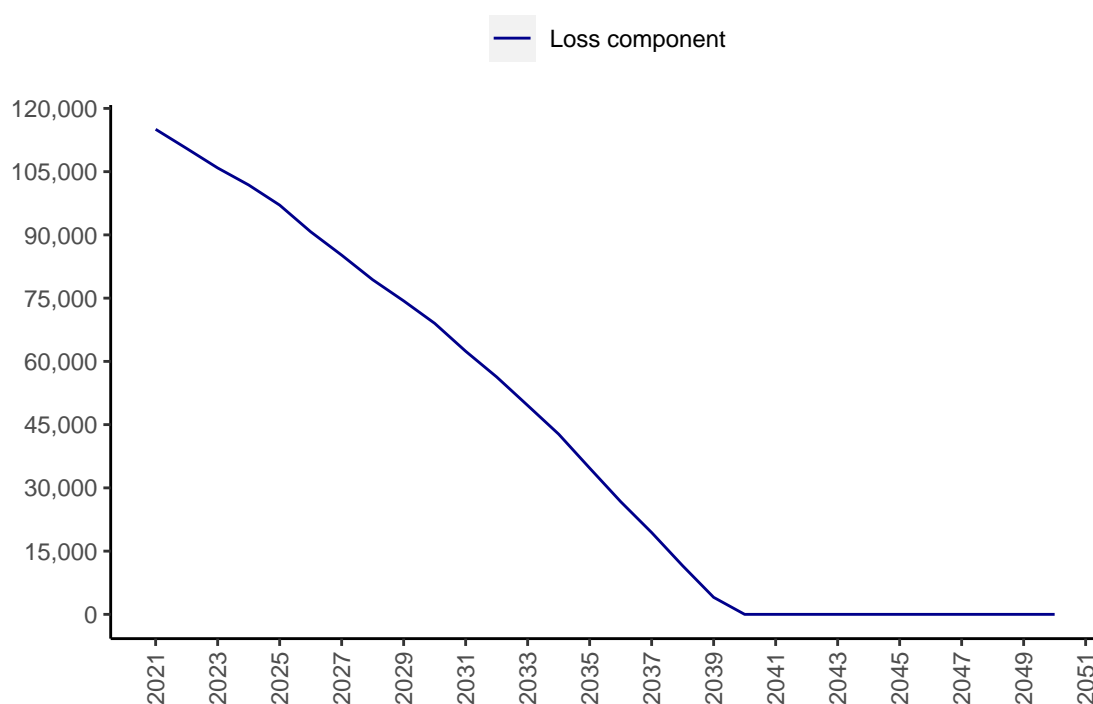


FIGURE 46 – Evolution de la composante de perte sur l’horizon de projection

Nous tenons à préciser qu’aucun groupe ne devient onéreux au cours de la projection, donc l’assureur n’enregistre pas de pertes ultérieures.

D’après la figure 46, la composante de perte évolue à la baisse durant les 20 premières années de projection jusqu’à s’annuler en 2040, ce qui témoigne de son amortissement complet.

Outre l’adoption d’hypothèses financières favorables, la non dégradation de la perte de l’assureur s’explique également par le fait que notre projection suppose que la réalité suit les hypothèses, ce qui nous emmène à négliger tout écart d’expérience ou changements d’hypothèses, composantes qui affectent la CSM, la composante de perte et ainsi le résultat de l’assureur.

II.6 Conclusion

Dans cette partie, nous avons illustré dans un premier temps le mécanisme relatif au regroupement des contrats exigé par la norme. Nous avons trouvé que notre portefeuille contient trois Model Points onéreux et un seul Model Point susceptible de devenir onéreux. Ainsi, une composante de perte doit être prise en considération dans le traitement du portefeuille pour l’élaboration des états financiers.

Nous avons pu illustrer l’application du modèle VFA sur un contrat d’épargne retraite et présenter les principes fondamentaux de la valorisation des passifs d’assurance selon la nouvelle norme. Nous avons pu voir l’impact de la norme sur la reconnaissance du résultat. En effet, la dite norme limite potentiellement la volatilité du résultat. Ce dernier est constitué uniquement de la marge d’assurance dans le cadre de notre étude.

Nous avons vu que le résultat est sensible à plusieurs éléments dans le cadre de IFRS17 et nous avons illustré à travers l'exemple des unités de couverture le changement de l'évolution du résultat suite au changement de l'unité de couverture utilisée.

Nous avons pu voir la trace des différents éléments lors du passage d'une année comptable à une autre et cela au niveau des trois provisions du passif à savoir le BE, le RA et la CSM. Ce passage est basé essentiellement sur des principes définis clairement dans la norme et d'autres aspects qui ont été laissés à la compréhension et l'interprétation de l'assureur. En effet, Le jugement de l'assureur est très sollicité pour le choix de la méthode de comptabilisation et la manière de communication du résultat.

Conclusion générale

La norme IFRS Contrats d'assurance constitue une révolution majeure dans le secteur d'assurance. En effet, en introduisant la valorisation économique des engagements de l'assureur dans le bilan, IFRS 17 permet une meilleure adéquation entre la valorisation des actifs et des passifs d'assurance.

Notons que le modèle ALM utilisé dans ce mémoire est indispensable pour projeter les flux futurs de la trésorerie et calculer par la suite la meilleure estimation de l'engagement de l'assureur. Cette dernière constitue le bloc le plus important dans le passif IFRS 17. Ainsi, un bon modèle ALM conduit directement à une bonne construction du bilan IFRS 17 et à une meilleure interprétation des résultats générés.

Ce mémoire présente les principes d'élaboration du bilan et du compte de résultat IFRS 17 pour un contrat d'épargne retraite. Nous avons abordé les éléments principaux cités dans la norme. En effet, concernant le regroupement des contrats, le processus de comptabilisation a été fait avec une maille plus fine que celle exigée par la norme. Le bilan IFRS 17 de ce groupe a été calculé à la date de transition avec l'approche par juste valeur et le modèle VFA a été utilisé pour produire des états financiers pertinents. Les principes de comptabilité de ce modèle ont été implémentés sur le portefeuille dans les comptabilisations ultérieures en illustrant de manière concrète les mécanismes de réévaluation des différents éléments du passif en fin d'exercice, la mise à jour du stock de profit CSM et l'élaboration du compte de résultat de l'exercice. Nous avons illustré en détails la décomposition des variations des flux de trésorerie d'exécution sur l'exercice.

Dans la dernière partie du mémoire, nous avons démontré à partir des résultats l'impact de la norme sur l'évolution du résultat de l'entité. Nous avons constaté que la norme IFRS 17 limite la variation du résultat. Nous avons vu aussi que ce dernier est très sensible à la méthode d'amortissement de la CSM (choix de l'unité de couverture). Cette dernière contrôle le rythme de reconnaissance des profits rattachés aux contrats. L'IASB a pu concevoir une norme internationale qui permet une meilleure visibilité pour les investisseurs. Cependant, la contrepartie est une complexité remarquable du nouveau modèle comptable et des nouveaux aspects exigés, et de manière plus générale du processus d'élaboration des comptes IFRS. En plus, le recours à des modèles actuariels sophistiqués et avancés pour produire les informations nécessaires participe à cette complexité et oblige l'actuaire à exercer un rôle dans l'analyse et l'explication des résultats comptables.

Cette étude menée sur un seul produit d'assurance vie nous pousse à imaginer la difficulté de la mise en place de la norme IFRS 17 pour une compagnie d'assurance commercialisant divers produits pour des millions de clients. Cela impliquera une complexité au niveau de la gestion d'un grand nombre de portefeuilles ayant des caractéristiques différentes et qui exigent un modèle de comptabilisation spécifique. De plus, ces complications se manifestent au niveau des outils de modélisation ainsi que des hypothèses de projections. Les différents services actuariels, financiers, comptables et informatiques au sein des compagnies d'assurance doivent travailler ensemble afin de mener au mieux les évolutions liées à la mise en place de cette nouvelle norme.

Bibliographie

- [1] IASB, *IFRS 13 : Evaluation à la juste valeur*, Londres, Royaume-Uni, 2012
- [2] IASB, *IFRS 9 : Instruments financiers*, Londres, Royaume-Uni, 2014.
- [3] IASB, *IFRS 17 : insurance contracts*, London, United Kingdom, 2017.
- [4] Institut canadien des actuaires, *Application de la norme IFRS 17, Contrats d'assurance*, CANADA, Février 2019.
- [5] Nexialog Consulting, Pôle R&D, *IFRS 17 : mise en oeuvre sur périmètre épargne euro*, Paris, France, 6 décembre 2019.
- [6] Nexialog Consulting, *IFRS 17 Risk Adjustment : Une étude comparative sur le périmètre des contrats d'épargne en euros*, Paris, France, 15 avril 2021.
- [7] Yousuf W, Stansfield J, Malde K, Mirin N, Walton R, Thorpe B, Thorpe J, Iftode C, Tan L, Dyble R, Pelsser A, Ghosh A, Qin W, Berry T, and Er C. *The IFRS 17 contractual service margin : a life insurance perspective*, British Actuarial Journal 2021.
- [8] EFRAG TEG meeting, *IFRS 17 Insurance Contracts -Towards a background briefing paper on Release of the CSM*, March 2018.
- [9] EFRAG TEG meeting, *IFRS 17 Insurance Contracts Illustrative example of the Variable Fee Approach*, February 2017.
- [10] Salma KADIM, Abdoulaye KONE, *IFRS 17 : Enjeux et application à un contrat décès emprunteur*, INSEA, Maroc, 2020.
- [11] Jérémy POUGEON, *Ajustement pour le risque sous IFRS 17 : impacts des méthodes de calculs sur un portefeuille non-vie*, ISFA, France, 8 Juillet 2019.
- [12] Robin AIZAC, *Les composantes de la formation du résultat sous IFRS 17*, ISFA, France, 12 Août 2020.
- [13] Grégory SAUGNER , *Application de la future norme IFRS Contrats d'assurance à un portefeuille de contrats d'Epargne Euro*, CNAM, France, 16 juin 2017.
- [14] Sylvain DETROULLEAU, Sandrine MOURET, *Modèle ALM : Apport de la Logique Floue dans la modélisation des comportements*, ENSAE, France, 2013.
- [15] Cécile PELTIER, Alice THOU, *IFRS 17 : Etude d'impact sur un produit d'épargne Euro*, IRM, France, 2019.

Webographie

[1] www.actuarialab.net

[2] www.institutdesactuaire.com

[3] www.ressources-actuarielles.net

[4] www.ifrs.org

[5] www.efrag.org

[6] www.acaps.ma

[7] www.mazars.ma

Annexes

Annexe I : Présentation de l'organisme d'accueil

Présentation Générale de MAZARS

MAZARS est un cabinet de conseil international d'origine française spécialisé dans l'audit, l'actuariat, l'expertise comptable, la fiscalité et le conseil aux entreprises. Le siège social de l'entreprise existe à Paris.

En 1977, MAZARS a démarré son activité avec 33 salariés en France, l'effectif global du cabinet est aujourd'hui supérieur à 42000 professionnels dans le monde, où MAZARS est présent dans 90 pays et territoires.

MAZARS s'affirme comme le challenger mondial capable de proposer des solutions fluides et surmesure aux grandes sociétés internationales. La particularité de ce groupe tient à son origine française dans un marché de l'audit et du conseil largement dominé par les cabinets anglosaxons tels Deloitte, KPMG, Ernst & Young et PricewaterhouseCoopers. Dans ce cadre, Mazars occupe en Europe la cinquième place derrière ces derniers, communément appelés les "Big four".

MAZARS Maroc

Le Cabinet MAZARS figure parmi les cinq plus importants Cabinets d'audit et de conseil du Royaume. Il a une expérience approfondie de plus d'une quarantaine d'années dans les métiers d'audit, de la fiscalité, de l'actuariat et du consulting. Il mène annuellement plus de 500 missions d'audit, de conseil et d'accompagnement juridique, comptable et fiscal en respectant les six valeurs fondamentales : l'excellence technique, l'intégrité, la transparence, la responsabilité, la diversité et la continuité.

MAZARS est codirigé aujourd'hui par douze Associés, aux très profils pointus, encadrent plus de 180 collaborateurs.

Le dit Cabinet porte un intérêt particulier à l'accompagnement des entreprises désireuses d'investir ou de se développer en Afrique.

MAZARS offre des services à haute valeur ajoutée dans divers domaines :

- **ACTUARIAT** : modélisation et évaluation actuarielle, mesure de capital et gestion des risques financiers, valorisation d'instruments financiers, rémunération, modélisation statistique et analyse des données
- **AUDIT** : commissariat aux comptes, audit contractuel, audit de projets, audit des marchés publics, audit IT.
- **CONSULTING** : accompagnement des politiques publiques, stratégie-gouvernance organisation, veille et intelligence économique, management des risques et contrôle interne, AMOA des projets IT, IFRS, Bâle 2/3

- **FINANCIAL ADVISORY** : transactions services, modélisation & évaluation, litiges et fraudes, retournement et restructuration, conseil en fusions et acquisitions, accompagnement juridique
- **FISCALITE** : fiscalité des entreprises, contrôle et contentieux fiscal, fiscalité indirecte, fiscalité immobilière, fusions-acquisitions, mobilité internationale-fiscalité patrimoniale, restructuration
- **OUTSOURCING** : consolidation et reporting expertise comptable, conseil comptable et réglementaire, externalisation, process outsourcing (BPO), financement & trésorerie d'entreprise, centre de services partagés (CSP)
- **ACCOMPAGNEMENT EN AFRIQUE** :Accompagnement et business développement, stratégies d'internationalisation, montages financiers, soutien à l'export, conseil à l'investissement, veille stratégiques et études de marché, support aux transactions, formation sur-mesure, coaching interculturel africain

Dates Clés :

Année	Evènement marquant
1970	Création du Cabinet Masnaoui.
1997	Le Cabinet Masnaoui intègre le partnership Mazars et devient Masnaoui Mazars.
2011	Le Fondateur du Cabinet, Abdelkader Masnaoui, cède la gouvernance à un collègue formé par 7 Associés. "Mazars Masnaoui " devient "Mazars Audit & Conseil".
2014	Asma Charki est cooptée Associée en charge de l'offre "TAX". Elle est la première femme à intégrer les instances dirigeantes du Cabinet.
2015	Mazars Audit et Conseil rachète le cabinet d'intelligence économique Global Intelligence Partners (GIP). Tarik El Fekkak est Tarik El Fekkak est coopté Associé Consulting.
2017	Abdou Souleye Diop devient Managing Partner de Mazars au Maroc et Taha Ferdaous est coopté Associé en charge de l'offre "Regulatory" (conformité financière et réglementaire)
2019	Lancement de la Business Unit "Afrique" dirigée par Sanae Lahlou

TABLE 20 – Date-clés (Source : Site officiel MAZARS Maroc)

Annexe II : Table de mortalité TV 88/90

Age	Lx	Age	Lx	Age	Lx
0	100000	37	97851	74	78880
1	99352	38	97753	75	77104
2	99294	39	97648	76	75136
3	99261	40	97534	77	72981
4	99236	41	97413	78	70597
5	99214	42	97282	79	67962
6	99194	43	97138	80	65043
7	99177	44	96981	81	61852
8	99161	45	96810	82	58379
9	99145	46	96622	83	54614
10	99129	47	96424	84	50625
11	99112	48	96218	85	46455
12	99096	49	95995	86	42130
13	99081	50	95752	87	37738
14	99062	51	95488	88	33340
15	99041	52	95202	89	28980
16	99018	53	94892	90	24739
17	98989	54	94560	91	20704
18	98955	55	94215	92	16959
19	98913	56	93848	93	13580
20	98869	57	93447	94	10636
21	98823	58	93014	95	8118
22	98778	59	92545	96	6057
23	98734	60	92050	97	4378
24	98689	61	91523	98	3096
25	98640	62	90954	99	2184
26	98590	63	90343	100	1479
27	98537	64	89687	101	961
28	98482	65	88978	102	599
29	98428	66	88226	103	358
30	98371	67	87409	104	205
31	98310	68	86513	105	113
32	98247	69	85522	106	59
33	98182	70	84440	107	30
34	98111	71	83251	108	14
35	98031	72	81936	109	6
36	97942	73	80484	110	2
				111	0

Annexe III : La méthode de Monte Carlo

Les méthodes de Monte Carlo ² permettent d'estimer des quantités en utilisant la simulation de variables aléatoires. Les problèmes pouvant être rencontrés comprennent le calcul d'intégrales, les problèmes d'optimisation et la résolution de systèmes linéaires. La simplicité, la flexibilité et l'efficacité pour les problèmes en grande dimension de la méthode en font un outil intéressant, pouvant servir d'alternative ou de référence pour d'autres méthodes numériques.

Supposons que l'on souhaite connaître la valeur d'une certaine quantité δ . La première étape de la méthode consiste à écrire le problème sous la forme d'une espérance. Soient une variable aléatoire $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_d)$ de loi ν sur \mathbb{R}^d (on abrègera cela par $\mathbf{X} \sim \nu$) et une fonction $h : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$. Le problème traité par les méthodes de Monte Carlo est l'estimation de

$$\delta = \mathbb{E}_\nu[h(\mathbf{X})] = \int_{\mathbb{R}^d} h(\mathbf{x})\nu(d\mathbf{x})$$

La solution standard à ce problème est de simuler une suite $(\mathbf{X}_n)_{n \geq 1} = (X_{1,n}, \dots, X_{d,n})_{n \geq 1}$ de variables aléatoires indépendantes identiquement distribuées (i.i.d.) suivant la loi ν , puis d'estimer l'espérance $\mathbb{E}_\nu[h(\mathbf{X})]$ par la moyenne empirique, i.e.

$$\bar{h}_n = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n h(\mathbf{X}_k)$$

2. Julien STOEHR, Cours « Méthodes de Monte Carlo », 2020-2021, Université de Paris Dauphine.

Annexe IV : Modèle des rachats conjoncturels

Le rachat conjoncturel est lié à la conjoncture économique. En effet, L'assuré fait un choix entre le taux servi par l'assureur et celui observé sur le marché. Généralement ce phénomène est difficile à modéliser, car les assurés ont des orientations différentes sur l'environnement économique, par la suite leur perception sur le taux de concurrence ne sera pas la même.

Les rachats conjoncturels sont couramment modélisés par une fonction qui dépend de l'écart entre le taux servi par l'assureur (R) et un taux dépendant de l'environnement économique, souvent appelé taux de rendement attendu par l'assuré (TA). Le taux de rachats conjoncturels (RC) est donné comme suit :

$$RC(R, TA) = \begin{cases} RC_{\max} & \text{si } R - TA < \alpha \\ RC_{\max} * \frac{(R-TA-\beta)}{(\alpha-\beta)} & \text{si } \alpha < R - TA < \beta \\ 0 & \text{si } \beta < R - TA < \gamma \\ RC_{\min} * \frac{(R-TA-\gamma)}{(\delta-\gamma)} & \text{si } \gamma < R - TA < \delta \\ RC_{\min} & \text{si } \delta < R - TA \end{cases}$$

- $-\alpha$ est le seuil en dessous duquel les rachats conjoncturels sont constants et fixés à RC_{\max} . Dans ce cas, ce n'est plus l'écart de taux qui explique le comportement des assurés.
- $-\beta$ et γ sont respectivement les seuils d'indifférence à la baisse et à la hausse du taux servi. Entre ces deux seuils, le comportement de l'assuré ne change pas.
- $-\delta$ est le seuil au-delà duquel la diminution du taux de rachat structurel est constante et fixée à RC_{\min} . Dans ce cas, ce n'est plus l'écart de taux qui explique le comportement des assurés.

Nous illustrons ci-dessous l'intervalle des paramètres utilisés dans le calcul des rachats conjoncturels :

	α	β	γ	δ	RC_{\min}	RC_{\max}
Plafond max	-4%	0%	1%	4%	-4%	40%
Plafond min	-6%	-2%	1%	2%	-6%	20%

TABLE 21 – Valeurs des paramètres entrant dans la modélisation du rachat conjoncturel

Si on considère le taux de rachat conjoncturel, Le taux de rachat total s'exprime alors comme suit :

$$RT(R, TA, x) = \min(1, \max(0, RS(x), +RC(R, TA)))$$

Avec :

- x l'ancienneté de l'assuré
- RS le taux de rachat structurel

Annexe V : Automatisation du modèle sous *R Shiny*

Nous avons construit dans le cadre de ce projet un outil informatique sous *R Shiny*. Cet outil permet non seulement l'implémentation du modèle ALM présenté dans la Partie III du présent rapport, mais également la modélisation et le calcul des différentes provisions nécessaires à l'élaboration des états financiers sous IFRS 17 sur un horizon donné.

La figure ci-dessous en décrit brièvement les caractéristiques :

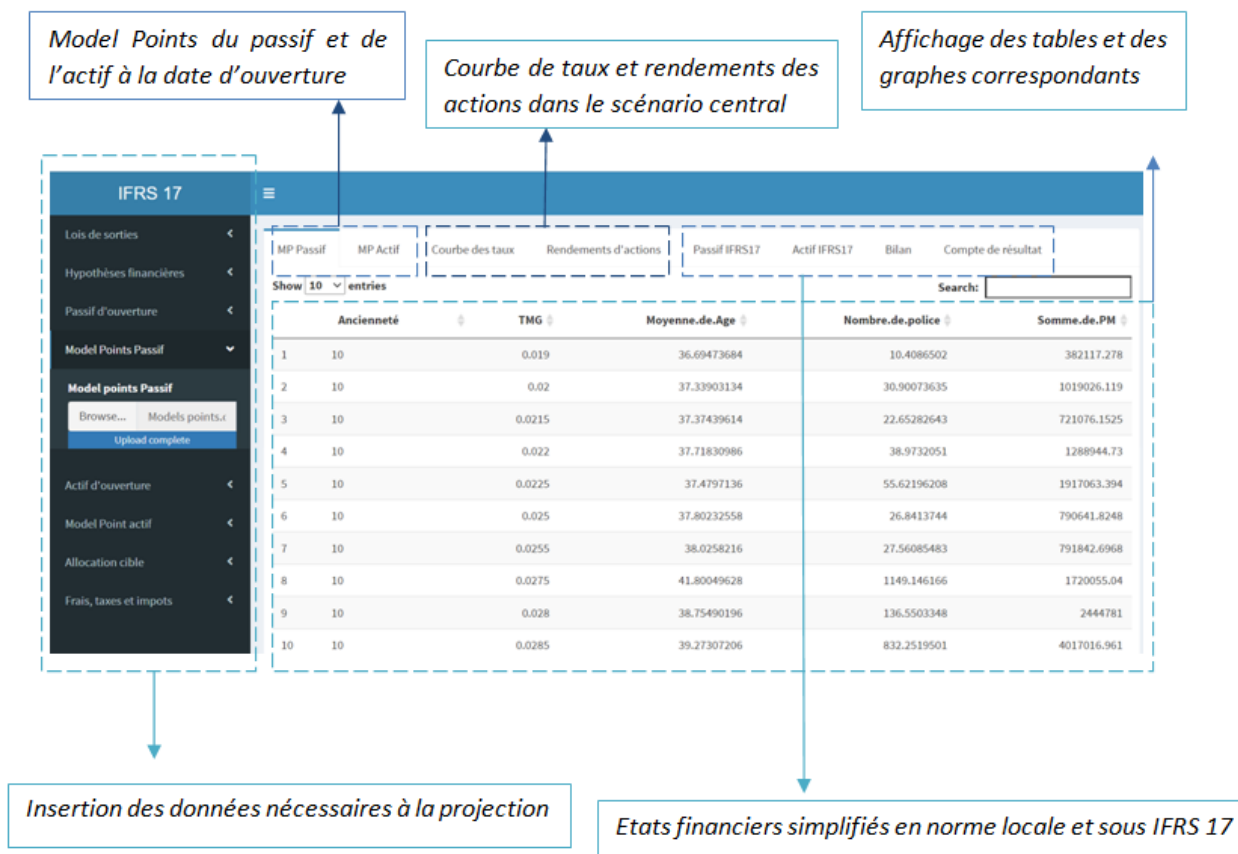


FIGURE 47 – Outil Shiny

La construction du serveur de l'application (*.server*) a nécessité l'utilisation des bibliothèques suivantes :

Lforecast- quantmod - Lxts - tseries - ggplot2 - timeSeries - zoo - normtest- rusquant, ggplot, DT, bbmle, readr, stats

Quant à la construction de l'interface utilisateur (*ui*), elle a nécessité l'utilisation de la bibliothèque *Shinydashboard*. Nous tenons également à mentionner que l'interface est toujours en cours d'amélioration à fur et à mesure que nous nous familiarisons avec le langage CSS et son utilisation au sein d'une application *Shiny*.

Annexe VI : Tests de normalité

1. Test de Shapiro-Wilk

Le test de Shapiro-Wilk est un test qui permet de savoir si une série de données (x_1, \dots, x_n) suit une loi normale. En comparaison aux autres tests, il est particulièrement puissant pour les petits effectifs ($n \leq 50$) Ce test est basé sur la statistique W suivante :

$$W = \frac{\left[\sum_{i=1}^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} a_i (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) \right]^2}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Tels que :

- $-x_{(i)}$: correspond à la série des données triées ;
- $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor$ est la partie entière du rapport $\frac{n}{2}$;
- $-a_i$ sont des constantes générées à partir de la moyenne et de la matrice de variance co-variance des quantiles d'un échantillon de taille n suivant la loi normale.

Sachant que l'hypothèse nulle est que la population est normalement distribuée :

- si la p-value est inférieure à un niveau alpha choisi, alors l'hypothèse nulle est rejetée.
- si la p-value est supérieure au niveau alpha choisi alors on ne doit pas rejeter l'hypothèse nulle.

2. Test de Jarque-Bera

Le test de normalité de Jarque-Bera est un test de normalité fondé sur les coefficients d'asymétrie et d'aplatissement.

Le test est défini comme suit :

H_0 : la série des données suit une loi normale.

H_1 : la série des données ne suit pas une loi normale.

Plus formellement, le test de Jarque-Bera teste si le kurtosis et le coefficient d'asymétrie des données sont les mêmes que ceux d'une loi normale de même espérance et variance. Ainsi, le test s'écrit :

$$H_0 : S = 0 \text{ et } K = 3$$

$$H_1 : S \neq 0 \text{ ou } K \neq 3$$

La statistique du test est :

$$JB = \frac{n - k}{6} \left(S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right)$$

Avec :

- n le nombre d'observations
- k le nombre de variables explicatives.
- S le coefficient d'asymétrie de l'échantillon testé.
- K le kurtosis de l'échantillon testé.

La statistique JB suit asymptotiquement une loi du χ^2 à deux degrés de liberté.

Annexe VII : Résultat du Test de la racine unitaire

On considère trois modèles définis comme suit :

Modèle 1 : Modèle autorégressif avec tendance et constante

$$X_t - \varphi X_{t-1} = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \text{ Avec } \varphi = 0 \text{ sous } H_0$$

Modèle 2 : Modèle autorégressif avec constante

$$X_t - \varphi X_{t-1} = \alpha + \varepsilon_t \text{ Avec } \varphi = 0 \text{ sous } H_0$$

Modèle 3 : Modèle stationnaire

$$X_t - \varphi X_{t-1} = \varepsilon_t \text{ Avec } \varphi = 0 \text{ sous } H_0$$

En testant l'adéquation des données au modèle 1, nous obtenons les résultats illustrés ci-dessous :

	H_0	1%	5%	10%	Statistique du test
Tau3	$\varphi = 0$	-3.96	-3.41	-3.12	-9.36
Phi2	$\beta = \varphi = 0$	6.09	4.68	4.03	29.31
Phi3	$\alpha = \beta = \varphi = 0$	8.27	6.25	5.34	43.96

La statistique de Dickey-Fuller qui affiche une valeur de -9.36 négative est inférieure à 3.41 la valeur critique à 5% permet de rejeter $H_0 : \varphi = 0$

Par la suite, on teste la significativité de la tendance dans le modèle : 29.31 est supérieure à 4.68 la valeur critique à 5% on déduit alors que la série ne suit pas de tendance ($\beta = 0$).

Ensuite nous effectuons le test relatif au modèle 2 dont les résultats se présentent comme suit :

	H_0	1%	5%	10%	Statistique du test
Tau2	$\varphi = 0$	-3.43	-2.86	-2.57	-7.00
Phi1	$\alpha = \varphi = 0$	6.43	4.59	3.78	24.50

La statistique de Dickey-Fuller prend une valeur de -7 inférieure à -2.86 la valeur critique à 5% , ce qui permet de rejeter H_0 . D'autre part, 24.5 est supérieure à 4.59 . D'où la nullité de la constante ($\alpha = 0$).

Finalement, nous effectuons le dernier test de racine unitaire du modèle 3 :

	H_0	1%	5%	10%	Statistique du test
Tau1	$\varphi = 0$	-2.58	-1.95	-1.62	-1.47

Comme $|-1.47| < |-1.95|$ valeur critique à un seuil de confiance 95% , on rejette H_0 l'hypothèse d'existence d'une racine unitaire dans la série et on conclut que la série est stationnaire.

Annexe VIII : La différence entre le modèle VFA et le modèle BBA

Le tableau ³ ci-dessous illustre les principales similitudes et différences entre le modèle général et le modèle VFA.

Composante	Building Block Approach	Variable Fee Approach
1. Composantes du passif à la souscription	<ul style="list-style-type: none"> • BEL : Best Estimate • RA : Risk Adjustment • CSM : Contractual Service Margin 	
2. Variation de la CSM Variations des flux de trésorerie estimés liés à des changements d'hypothèses et écarts d'expérience d'hypothèses non financières	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrées en CSM si impacts sur les profits futurs (relativement à des services futurs) • Enregistrées en P&L si impact sur l'exercice courant (relativement à des services passés ou courants) 	
3. Variation de la CSM Variations des flux de trésorerie estimés liés à des changements d'hypothèses et écarts d'expérience d'hypothèses financières	<ul style="list-style-type: none"> • En P&L de manière cohérente avec la classification des actifs selon IFRS 9 <p>Dans le modèle général, les variations de valeur des actifs liés aux variations des variables financières (taux de marché par exemple) n'ont pas d'impact sur les flux de trésorerie du contrat; Cette variation, favorable ou défavorable et entièrement attribuable à l'assureur, est enregistrée en P&L (selon la classification des actifs).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En CSM à hauteur de l'impact sur les profits futurs. <p>Dans le modèle VFA, les variations de valeur des actifs ont un impact sur les flux de trésorerie du contrat; Le projet de norme prévoit que cette variation de valeur soit enregistrée en CSM.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constatées en P&L si relatives aux services passés et courants (écarts d'expérience).
5. Amortissement de la CSM	<ul style="list-style-type: none"> • Amortie sur la base du passage du temps assimilable à un amortissement linéaire même (cette notion mérite certaines clarifications). • Reflète le nombre de contrats restant en portefeuille. 	
6. Intérêt capitalisé sur CSM	• Taux à l'origine du contrat	• Taux courant
7. Charge d'intérêt des passifs (Sans Option OCI)	<ul style="list-style-type: none"> • Au bilan les passifs d'assurance sont comptabilisés au taux courant. • En P&L, la charge de désactualisation des passifs d'assurance est déterminée au taux courant 	<ul style="list-style-type: none"> • Au bilan les passifs d'assurance sont comptabilisés au taux courant. • En P&L, la charge de désactualisation des passifs d'assurance est déterminée au taux courant.

3. Grégory SAUGNER, "Application de la future norme IFRS Contrats d'assurance à un portefeuille de contrats d'Epargne Euro", CNAM, France, 16 juin 2017.