



**Mémoire présenté devant le jury de l'EURIA en vue de l'obtention du
Diplôme d'Actuaire EURIA
et de l'admission à l'Institut des Actuaire**

le 25 Mars 2024

Par : BELGRID Hiba

Titre : Etude de la démutualisation générationnelle sur des contrats d'épargne sous la norme IFRS 17

Confidentialité : Non

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

**Membre présent du jury de l'Institut
des Actuaire :**

Nom Jury IA1

Signature :

Entreprise :

Nexialog Consulting

Signature :

Membres présents du jury de l'EURIA : Directeur de mémoire en entreprise :

Nom Jury A

Habib FAYE

Nom Jury B

Signature :

Nom Jury C

Nom Jury D

Invité :

Nom Jury E

Signature :

**Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion
de documents actuariels**

(après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :

EURIA
EURO Institut
d'Actuariat

6, avenue le Gorgeu
CS 93837
29238 Brest Cedex 3

T +33 (0)2 98 01 66 55
euria@univ-brest.fr

Résumé

La norme IFRS 17, en vigueur depuis le début de l'année 2023 après son introduction en 2017, a pour objectif d'améliorer la transparence et de faciliter la comparaison des assureurs en offrant une meilleure compréhension de leur santé financière. Cette nouvelle norme implique l'adoption de nouvelles pratiques auxquelles les assureurs doivent se conformer. L'une de ces exigences est la segmentation des contrats, où les contrats similaires en termes de risques sont regroupés et gérés ensemble, chaque groupe de contrats correspondant à une génération distincte. L'introduction de cette exigence dans la norme IFRS 17 vise à éliminer la possibilité que des contrats rentables masquent des contrats déficitaires en raison de la mutualisation financière. Cette segmentation permettra donc de prévenir les distorsions potentielles dans l'évaluation des passifs et de garantir une meilleure transparence en termes de performances réelles de chaque groupe de contrats.

Toutefois, la mise en œuvre de cette exigence de segmentation constitue un défi majeur pour les compagnies d'assurance. La nécessité de comptabiliser chaque catégorie de contrat de manière séparée est contraire aux pratiques des assureurs qui s'appuient sur le principe de mutualisation. Cela force les assureurs à modéliser et à présenter leurs résultats financiers comme s'ils géraient chaque groupe de contrats de manière indépendante. Par conséquent, l'application de cette exigence s'avère complexe du fait de la divergence significative qu'elle introduit par rapport au principe établi de mutualisation.

Ainsi, ce mémoire vise à réaliser la démutualisation générationnelle en utilisant les sorties du modèle ALM. Cela implique de corriger les flux de trésorerie et de les distribuer correctement à chaque groupe de contrats.

Mots clefs: IFRS 17, mutualisation, allocation, Production financière, Best Estimate, Contractual Service Margin

Keywords: IFRS 17, mutualisation, allocation, Financial production, Best Estimate, Contractual Service Margin

Note de synthèse

Cadre et problématique

L'introduction de la norme IFRS 17, intitulée "Contrats d'Assurance", instaure un changement profond dans les pratiques comptables des assureurs, succédant à l'ancienne norme IFRS 4 établie en 2004. Cette nouvelle réglementation a pour but de renforcer la transparence, la cohérence et la comparabilité des états financiers des assurances. Elle introduit notamment des changements au niveau de l'évaluation du passif qui doit désormais contenir 3 blocs :

- Present Value of Future Cash Flows (PVFCF) qui représente la valeur actuelle probable des flux futurs de trésorerie.
- Ajustement pour risque (RA) qui représente la marge pour risques non financiers.
- Contractual Service Margin (CSM) qui représente les bénéfices non réalisés que l'entité s'attend à générer.

Dans le cadre de la norme IFRS 17, les assureurs sont tenus d'adopter une approche fine pour la gestion des contrats, en fonction du risque, de la profitabilité et de la cohorte. À cet effet, la norme établit trois niveaux de classification des contrats d'assurance en fonction de leur rentabilité : les contrats déficitaires, les contrats profitables présentant un faible risque de devenir déficitaires à l'avenir, et les autres contrats qui ne s'inscrivent pas dans ces deux premières catégories.

En effet, dans le cadre de l'assureur vie, les primes collectées auprès des assurés sont investies de manière collective. Ces fonds sont gérés de façon globale, et les revenus générés par ces investissements sont ensuite attribués aux différents assurés. Cette redistribution tient compte, de manière plus ou moins exacte, de la contribution individuelle de chaque souscripteur à la valeur globale du portefeuille. Cette méthode conduit donc à une répartition des gains qui peut entraîner des échanges de richesses entre les différents groupes de contrats.

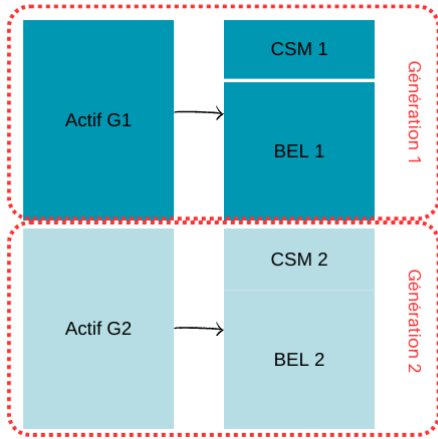


FIGURE 1 – Générations de contrat démutualisés

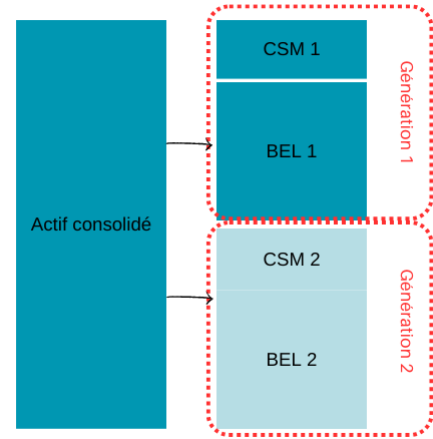


FIGURE 2 – Mutualisation intergénérationnelle

L'objectif de cette segmentation est d'atténuer les effets de la mutualisation financière qui peut masquer la rentabilité réelle des contrats déficitaires derrière celle des contrats profitables. Cette démarche s'inscrit dans une volonté de garantir une plus grande transparence et de fournir une image fidèle de la rentabilité, en ligne avec les objectifs fondamentaux de la norme IFRS 17. Ainsi, la norme stipule de corriger l'ensemble des flux de trésorerie d'un groupe de contrats en excluant les flux de trésorerie financés par d'autres groupes.

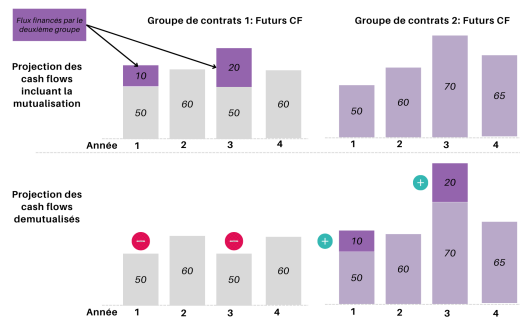


FIGURE 3 – Illustration de la démutualisation entre deux groupes sous IFRS 17

Ainsi, l'objectif est de réaliser une démutualisation entre les groupes de contrats, avec une focalisation particulière sur la démutualisation intergénérationnelle, en se basant sur les flux mutualisés issues du modèle de ALM.

Capturer l'effet de mutualisation

Bien que la démutualisation, qui consiste à corriger les flux financiers échangés entre les différentes cohortes, paraisse simple en théorie, sa mise en pratique est loin d'être évidente. La difficulté réside notamment dans l'identification et la quantification précise de ces flux au sein du modèle ALM, où les échanges intergénérationnels se produisent implicitement.

Face à cette complexité, une approche alternative consiste à envisager le problème sous l'angle de l'allocation de la production financière. Cette approche permet de contourner les difficultés d'isolation des flux financiers intergénérationnels, inhérentes au modèle ALM, en allouant la production financière générée entre les différentes générations de contrats de manière rationnelle.

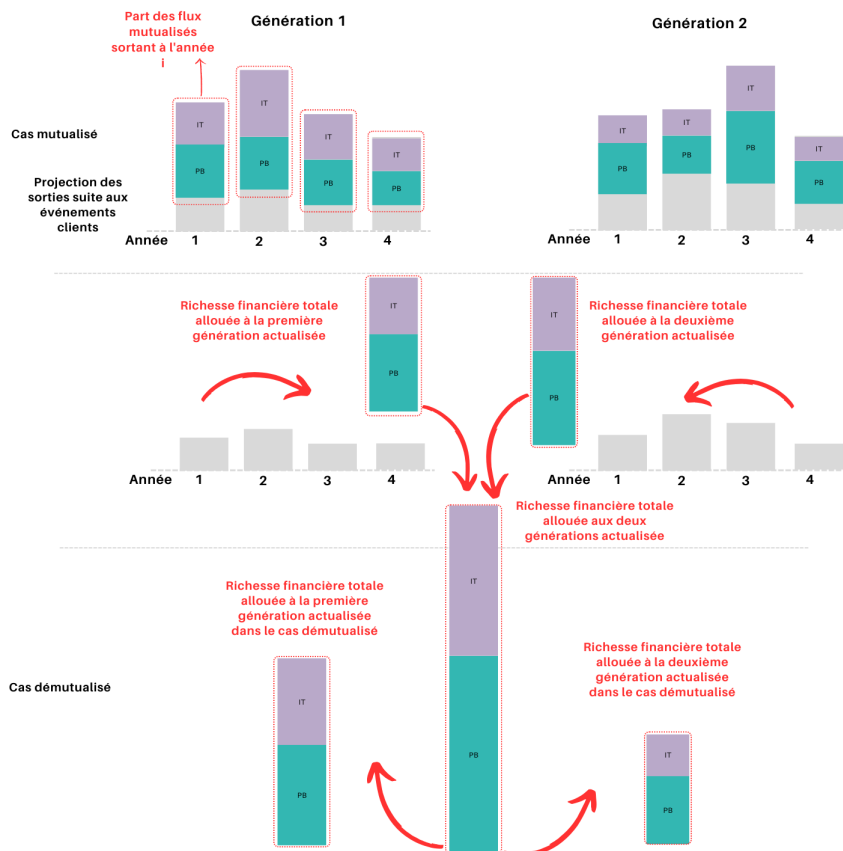


FIGURE 4 – Méthodologie de démutualisation

Cette approche consistera donc à faire un suivi de la production financière allouée à chaque cohorte, sous forme d'intérêts techniques et de participations aux bénéficiaires, selon une méthodologie similaire à celle utilisée pour les sorties de provisions mathématiques. Cette analyse nous permet, année après année, de dresser un tableau des sorties de la production financière pour chaque génération.

En disposant des sorties de la production financière annuelles, nous entamerons l'actualisation de ces flux pour chaque génération, dans le but d'ajuster le BE en conséquence. Cela implique de soustraire la valeur de la production financière du BE mutualisée et d'ajouter la valeur de la production financière allouée selon les méthodes d'Euler ou de Shapley. Ce processus permettra une correction du BE des effets de mutualisation pour chaque cohorte.

Le choix des méthodes d'Euler et de Shapley se justifie par leur large acceptation dans la littérature académique ainsi que par leur application fréquente dans la pratique. Néanmoins, il est essentiel de procéder à une validation de ces deux méthodes en tant que méthode de démutualisation.

Nous appliquons donc cette approche de démutualisation sur un portefeuille constitué de trois cohortes :

- Génération 1 : Dotée d'une PM initiale de 5M € à la date de projection, elle bénéficie d'un TMG de 3% sur une durée résiduelle de 4 ans.
- Génération 2 : Avec une PM initiale de 6M € à la date de projection, cette génération a un TMG de 1% valable sur une période résiduelle de 4 ans.
- Génération 3 : Elle possède une PM initiale de 2M € à la date de projection, sans TMG associé.

La mise en application de cette approche sur ces trois cohortes a conduit à des résultats distincts selon la méthode utilisée comme le montrent les deux tableaux suivants :

	PM	TMG	BEG	BEL	Flux mut.	Flux démut.	BE démut.	Mutualisation
1	5M €	3%	3743680	5229420	1794471.4	1602121,2	5037070	192350,00
2	6M €	1%	4192784	5776123	1678742.4	1815409,6	5912791	-136667,2
3	2M €	0%	1388013	1972323	584310.1	639993,1	2028006	-55683

TABLE 1 – La démutualisation en utilisant la méthode d'Euler

	PM	TMG	BEG	BEL	Flux mut.	Flux démut.	BE démut.	Mutualisation
1	5M €	3%	3743680	5229420	1794471.4	1229586,2	4664535	564885,4
2	6M €	1%	4192784	5776123	1678742.4	1007166,0	5104547	671576,4
3	2M €	0%	1388013	1972323	584310.1	1820771,00	3208784	-1236460,9

TABLE 2 – La démutualisation en utilisant la méthode de Shapley

Nous constatons donc que les effets de mutualisation varient entre les deux méthodes. Plus précisément, en analysant la colonne "Mutualisation", qui représente la différence entre le BE mutualisé et le BE démutualisé, il apparaît à travers la méthode d'Euler que la mutualisation bénéficie principalement à la première génération. Cette dernière reçoit un financement supplémentaire de 192 360 euros issu des autres générations. En revanche, avec la méthode de Shapley, il ressort que les deux premières générations profitent de la mutualisation, alors que la troisième génération cède une partie de sa production financière au profit des deux premières.

Nous testons donc la pertinence de ces deux méthodes d'allocation en tant que méthodes de démutualisation en se basant sur une maquette d'analyse. Cette maquette se basera sur les rendements des actifs où sont investies les provisions mathématiques pour simuler le scénario mutualisé et démutualisé. Nous évaluerons pas la suite la cohérence des résultats obtenus avec les méthodes d'allocation.

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
1,6%	80769,23	15.10 ⁴		0	15.10 ⁴	80769,23	69230,77
1,6%	96923,08	6.10 ⁴	0	0	6.10 ⁴	96923,08	-36923,08
1,6%	32307,69	0		0	0	32307,69	-32307,69

TABLE 3 – Premier scénario pour un rendement de 1,6%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
2%	100000	150000		16666,7	166666,7	100000	66666,67
2%	120000	60000	50000	16666,7	76666,7	120000	-43333,3
2%	40000	0		16666,7	16666,7	-40000	-23333,3

TABLE 4 – Deuxième scénario pour un rendement de 2%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
3%	150000	150000		60000	210000	150000	60000
3%	180000	60000	180000	60000	120000	180000	-60000
3%	60000	0		60000	60000	60000	0

TABLE 5 – Troisième scénario pour un rendement de 3%

Nous constatons, à travers les différents scénarios de rendement, que la méthode d'Euler aligne généralement ses résultats avec les tendances observées, particulièrement dans des contextes de faible rendement, comme celui à 1,6%. À l'opposé, la méthode de Shapley tend à répartir uniformément la production financière.

Conclusion

Dans ce mémoire, nous avons proposé une méthodologie visant à corriger les effets de mutualisation en abordant la problématique sous un nouvel angle : celui de l'allocation

de la production financière. Notre exploration s'est articulée autour de deux méthodes d'allocation principales, Euler et Shapley. La méthode d'Euler s'est révélée particulièrement efficace, reflétant avec précision la réalité économique des contrats. Cela dit, elle nécessite des ajustements afin de la rendre moins sensible au changement d'algorithme d'optimisation de TMG et de PB. D'autre part, la méthode de Shapley, bien qu'elle propose une répartition uniforme, requiert un temps de calcul considérable, rendant son application opérationnellement difficile dans certains contextes.

Executive summary

Framework and issues

The introduction of the IFRS 17 standard, titled "Insurance Contracts," marks a significant shift in the accounting practices of insurers, replacing the previous IFRS 4 standard established in 2004. This new regulation aims to enhance the transparency and comparability of insurance financial statements. It specifically introduces changes in the valuation of liabilities, which must now be composed of 3 blocs :

- Present Value of Future Cash Flows (PVFCF), representing the probable current value of future cash flows.]
- Risk Adjustment (RA), representing the margin for non-financial risks.
- Contractual Service Margin (CSM), representing the unrealized profits that the entity expects to generate.

Under the IFRS 17 standard, insurers are required to manage contracts on a very granular level, distinguishing them based on risk, profitability, and cohort. Accordingly, the standard establishes three levels of profitability : onerous contracts, profitable contracts with a low risk of becoming onerous in the future, and other contracts that do not fall into these first two categories.

This approach is particularly relevant in the life insurance sector, where the premiums collected from policyholders are pooled and invested. The management of these funds is conducted on a collective basis, with the generated investment income subsequently distributed among policyholders. This allocation process is nuanced, not necessarily reflecting the individual contributions of each policyholder to the fund's overall value. Instead, it employs a more complex methodology that may lead to exchanges of wealth between different groups of contracts, without directly correlating to the specific amounts paid in by each policyholder.

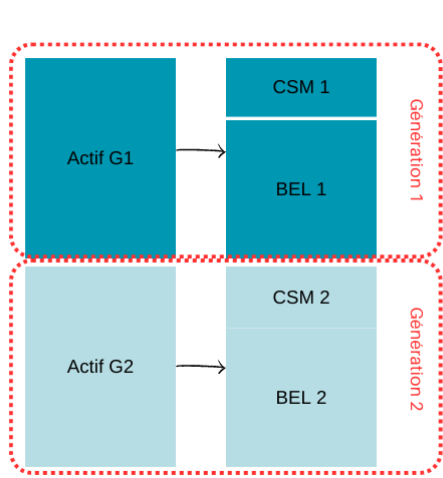


FIGURE 5 – Demutualised cohorts

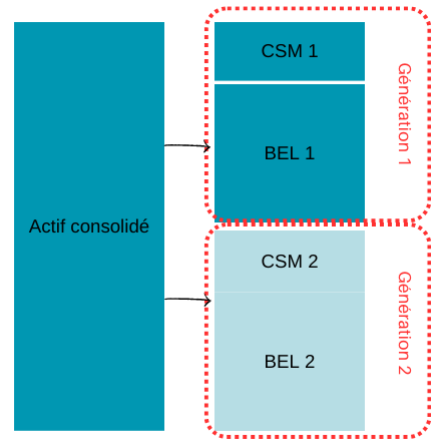


FIGURE 6 – Intergenerational mutualisation

The objective of this segmentation is to mitigate the effects of mutualisation, which can obscure the true profitability of unprofitable contracts behind that of profitable ones. This effort aligns with the fundamental goals of the IFRS 17 standard to ensure greater transparency and provide an accurate representation of contract profitability. To this end, IFRS 17 mandates the adjustment of cash flows for a group of contracts, excluding those financed by other groups.

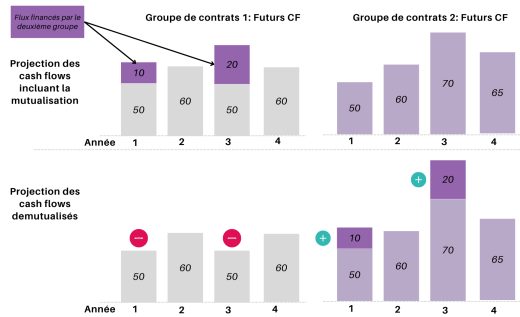


FIGURE 7 – Illustration of demutualisation between two groups under IFRS 17

Hence, the goal is to achieve demutualisation among contract groups, with a particular focus on intergenerational demutualization, based on the mutualised cash flows derived from the ALM model.

Capturing the mutualisation effect

Although demutualization, which involves adjusting financial flows exchanged among different cohorts, may seem straightforward in theory, its practical implementation is far from simple. The challenge lies particularly in the precise identification and quantification of these flows within the ALM model, where intergenerational exchanges occur implicitly.

Faced with this complexity, an alternative approach involves looking at the problem from the perspective of allocating financial production. This approach allows for the circumvention of the difficulties in isolating intergenerational financial flows inherent in the ALM model by rationally allocating the generated financial production among different generations of contracts.

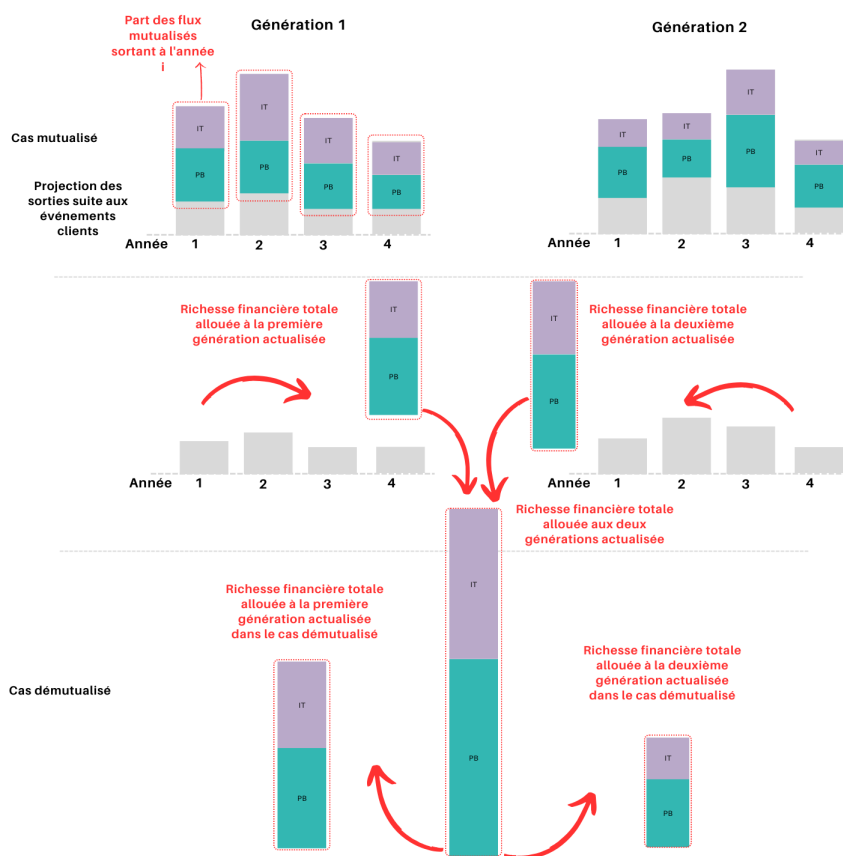


FIGURE 8 – Demutualisation methodology

This approach will therefore involve tracking the financial production allocated to each cohort, in the form of technical interest and profit sharing, using a methodology similar to that used for the release of mathematical provisions. This analysis allows us, year after year, to create an overview of the financial production outflows for each generation.

By having the annual financial production outflows, we will begin to discount these flows for each generation, with the aim of adjusting the BE accordingly. This involves subtracting the value of the mutualized financial production from the BE and adding the value of the financial production allocated according to Euler or Shapley methods. This process will allow for a correction of the BE from the effects of mutualization for each cohort.

The choice of Euler and Shapley methods is justified by their wide acceptance in academic literature as well as their frequent application in practice. Nonetheless, it is crucial to proceed with a validation of these two methods as a means of demutualization.

We thus apply this demutualization approach to a portfolio consisting of three cohorts :

- Cohort 1 : With an initial Mathematical Provision of €5 million € at the projection date, it benefits from a Guaranteed Minimum Rate of 3% over a remaining duration of 4 years.
- Generation 2 : With an initial PM of €6 million at the projection date, this generation has a TMG of 1% valid for a residual period of 4 years.
- Generation 3 : It has an initial PM of €2 million at the projection date, with no associated TMG.

The implementation of this approach on these three cohorts led to distinct results depending on the method used, as shown in the following two tables :

	PM	TMG	BEG	BEL	Flux mut.	Flux démut.	BE démut.	Mutualisation
1	5M €	3%	3743680	5229420	1794471.4	1602121,2	5037070	192350,00
2	6M €	1%	4192784	5776123	1678742.4	1815409,6	5912791	-136667,2
3	2M €	0%	1388013	1972323	584310.1	639993,1	2028006	-55683

TABLE 6 – Demutualisation using the Euler method

	PM	TMG	BEG	BEL	Flux mut.	Flux démut.	BE démut.	Mutualisation
1	5M €	3%	3743680	5229420	1794471.4	1229586,2	4664535	564885,4
2	6M €	1%	4192784	5776123	1678742.4	1007166,0	5104547	671576,4
3	2M €	0%	1388013	1972323	584310.1	1820771,00	3208784	-1236460,9

TABLE 7 – Demutualization using the Shapley method

Therefore, we observe that the effects of mutualisation vary between the two methods. Specifically, by analyzing the "Mutualisation" column, which represents the difference between the mutualised BE and the demutualised BE, it appears through the Euler method that mutualisation primarily benefits the first generation. This generation receives additional funding of 192,360 euros from the other generations. On the other hand, with the Shapley method, it emerges that the first two generations benefit from mutualization, while the third generation gives up part of its financial production for the benefit of the first two.

Thus, we test the relevance of these two allocation methods as demutualization methods based on a mock-up analysis. This mock-up will be based on the returns of the assets where the mathematical provisions are invested to simulate the mutualised and demutualised scenario. We will subsequently evaluate the consistency of the results obtained with the allocation methods.

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
1,6%	80769,23	15.10 ⁴		0	15.10 ⁴	80769,23	69230,77
1,6%	96923,08	6.10 ⁴	0	0	6.10 ⁴	96923,08	-36923,08
1,6%	32307,69	0		0	0	32307,69	-32307,69

TABLE 8 – First scenario for a yield of 1.6%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
2%	100000	150000		16666,7	166666,7	100000	66666,67
2%	120000	60000	50000	16666,7	76666,7	120000	-43333,3
2%	40000	0		16666,7	16666,7	-40000	-23333,3

TABLE 9 – Second scenario for a yield of 1.6 2%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
3%	150000	150000		60000	210000	150000	60000
3%	180000	60000	180000	60000	120000	180000	-60000
3%	60000	0		60000	60000	60000	0

TABLE 10 – Third scenario for a yield of 1.6%

Through the various yield scenarios, we observe that the Euler method generally aligns its results with the observed trends, especially in contexts of low yield, such as the one at 1.6%. In contrast, the Shapley method tends to distribute financial production evenly.

Conclusion

In this thesis, we have proposed a methodology aimed at correcting the effects of mutualization by tackling the issue from a new perspective : that of financial production allocation. Our exploration focused on two main allocation methods, Euler and Shapley. The Euler method proved to be particularly effective, accurately reflecting the economic reality of the contracts. However, it requires adjustments to make it less sensitive to changes in the TMG and PB optimization algorithm. On the other hand, the Shapley method, although it offers a uniform distribution, requires a considerable amount of calculation time, making its operational application challenging in certain contexts.

Acronyms

ACAM	Autorité de Contrôle des Assurances et des Mutuelles
ACPR	Autorité de contrôle prudentiel et de résolution
ALM	Asset and Liability Management
BBA	Building Block Approach
BE	Best Estimate
BEG	Best Estimate Guarantee
BEL	Best Estimate Liability
CSM	Contractual Service Margin
EIOPA	European Insurance and Occupational Pensions Authority
FCF	Fulfilment Cash Flows
FP	Fonds Propres
GSE	Générateur de scénarios économiques
IASB	International Accounting Standards Board
IFRS	International Financial Reporting Standards
IT	Intérêts Techniques
LIC	Liability for Incurred Claims
LOB	Line Of Business
LRC	Liability for Remaining Coverage
OAT	Obligations assimilables du Trésor
OCI	Other Comprehensive Income
PAA	Premium Allocation Approach
PB	Participation aux bénéfices
PF	Production Financière
PM	Provisions mathématiques
PPB	Provisions pour Participation aux Bénéfices
PVFCF	Present Value of Future Cash Flows
RA	Risk Adjustment
SCR	Solvency Capital Requirement
TMAG	Taux Minimum Annuel Garanti
TMG	Taux Minimum Garanti
VFA	Variable Fee Approach
VM	Valeur de marché

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers l'équipe de Nexialog pour leur accueil chaleureux et leur soutien constant tout au long de cette aventure. Leur enthousiasme, leur bienveillance et leur professionnalisme ont grandement contribué à rendre cette expérience non seulement instructive, mais aussi profondément gratifiante. C'est dans cette atmosphère stimulante et collaborative que j'ai pu mener à bien ce mémoire.

Un merci tout particulier à M. Habib FAYE, mon encadrant de mémoire, qui m'a non seulement proposé ce sujet passionnant, mais m'a également guidé et soutenu à chaque étape. Sa vaste expertise en actuariat, couplée à sa capacité à transmettre ses connaissances de manière pédagogique, a été d'une valeur inestimable pour moi. Je suis profondément reconnaissant pour ses précieux conseils, sa patience et son dévouement tout au long de cette aventure académique.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à M. Dominique ABGRALL, mon tuteur pédagogique, pour son accompagnement rigoureux tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Ses retours constructifs, sa bienveillance et ses conseils éclairés ont été essentiels pour affiner mon travail et le rendre plus abouti.

Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance à Moustapha SENE et Danny SOMDA pour leur soutien précieux et leur aide déterminante dans l'élaboration de mon mémoire. Leur expertise et leurs conseils avisés ont été cruciaux. Je suis profondément reconnaissant pour leur temps et leur effort pour guider et assister mon mémoire.

Ma famille mérite une gratitude particulière. Leur soutien inconditionnel, durant ces deux années de master, a été le pilier sur lequel je me suis appuyé. Leur présence constante, dans les moments d'allégresse comme dans les défis, a été une source d'inspiration et de force pour moi. Merci du fond du cœur.

Enfin, un grand merci à mes amis, Mohamed HACHAMI et Paul DIGBEU. Leur aide précieuse m'a souvent aidé à dénouer des complexités lors de mes recherches. Leur assistance a été cruciale lors des moments où je me trouvais face à des impasses dans mes recherches. Grâce à leur volonté de m'aider, j'ai pu surmonter ces obstacles et trouver

des solutions adaptées.

Table des figures

1	Génération de contrat démutualisés	iv
2	Mutualisation intergénérationnelle	iv
3	Illustration de la démutualisation entre deux groupes sous IFRS 17	iv
4	Méthodologie de démutualisation	v
5	Demutualised cohorts	x
6	Intergenerational mutualisation	x
7	Illustration of demutualisation between two groups under IFRS 17	x
8	Demutualisation methodology	xi
1.1	Composantes et normes comptables	6
1.2	Maille de comptabilisation et granularité des contrats d'assurance sous IFRS 17	8
1.3	Bilan sous les normes IFRS 17 et IFRS 9	9
1.4	Détermination des taux d'actualisation	11
1.5	Les composantes du Fulfilment Cash Flows	14
1.6	Reconnaissance des profits futurs par relâchement de CSM	16
1.7	Enroulement de la CSM sous le modèle BBA	18
1.8	Enroulement de la CSM sous le modèle VFA	20
1.9	Évolution du passif sous le modèle PAA	21
1.10	Comparaison du modèle BBA au modèle PAA	22
1.11	Évolution du passif sous le modèle PAA	22
1.12	Récapitulatif des Modèles comptables	23
1.13	Approche rétrospective modifiée pour des contrats non participatifs	25
1.14	Fair Value Approach	26
2.1	Les principales sources de mutualisation	31
2.2	Illustration de la démutualisation entre deux groupes sous IFRS 17	33
2.3	Évolution du rendement des OAT de maturité 10 ans	34
2.4	Génération de contrats démutualisés	35
2.5	Mutualisation intergénérationnelle	35
2.6	Traitement de la mutualisation intergénérationnelle	37
5.1	La part de la production financière sortante chaque année	71

5.2	Sorties mutualisées du modèle ALM	72
5.3	Méthodologie de démutualisation	73

Liste des tableaux

1	La démutualisation en utilisant la méthode d'Euler	vi
2	La démutualisation en utilisant la méthode de Shapley	vi
3	Premier scénario pour un rendement de 1,6%	vii
4	Deuxième scénario pour un rendement de 2%	vii
5	Troisième scénario pour un rendement de 3%	vii
6	Demutualisation using the Euler method	xii
7	Demutualization using the Shapley method	xii
8	First scenario for a yield of 1.6%	xiii
9	Second scenario for a yield of 1.6 2%	xiii
10	Third scenario for a yield of 1.6%	xiii
1.1	Exemples de risques d'assurance et de risques financiers	4
1.2	Les différents types de contrats associés à chaque modèle d'évaluation . . .	19
2.1	Traitement ligne à ligne des différentes générations : Cas sans mutualisation	30
2.2	Vision agrégée des différentes générations : Cas avec mutualisation	30
3.1	Exemple d'allocation proportionnelle	45
3.2	Exemple d'allocation marginale	47
3.3	Calcul de la variation de la production financière au niveau portefeuille . .	49
3.4	Allocation de la production financière	49
3.5	Exemple d'allocation selon la methode de Shapley	53
4.1	Paramètres de la loi du rachat conjoncturel fournis par l'ACPR	65
5.1	La démutualisation en utilisant la méthode d'Euler	74
5.2	Premier scénario pour un rendement de 1,6%	75
5.3	Deuxième scénario pour un rendement de 2%	76
5.4	Troisième scénario pour un rendement de 3%	76
5.5	La démutualisation en utilisant la méthode de Shapley	77
5.6	Comparaison d'allocation entre les deux générations	78
5.7	CSM de chaque génération après prise en compte de la mutualisation . . .	79

Table des matières

Note de synthèse	iii
Executive summary	ix
Introduction	1
1 Présentation de la norme IFRS 17	3
1.1 Contexte et objectifs de la norme	3
1.2 Champs d'application de la norme	4
1.3 Maille de calcul	6
1.3.1 Risques similaires et gérés ensemble	6
1.3.2 Profitabilité	7
1.3.3 Cohortes :	7
1.4 Date de comptabilisation initiale	8
1.5 Composition du bilan	8
1.5.1 Actif des bilans comptables	9
1.5.2 Passif des bilans comptables	10
1.5.2.1 Valeur actuelle des flux de trésorerie futurs	10
1.5.2.2 Risk Adjustment	12
1.5.2.3 Fulfillment Cash Flows	14
1.5.2.4 Contractual Service Margin	15
1.5.2.5 Other Comprehensive Income	17
1.6 Méthode d'évaluation	17
1.6.0.1 Le modèle Building Block Approach	17
1.6.0.2 Le modèle Variable Fee Approach	19
1.6.0.3 Le modèle Premium Allocation Approach	20
1.7 Exercice de transition	23
1.7.1 L'approche rétrospective complète	23
1.7.2 L'approche rétrospective modifiée	24
1.7.3 L'approche juste valeur	26
2 La mutualisation financière sous IFRS 17	27

2.1	La mutualisation en assurance vie	27
2.2	Mécanismes de mutualisation	29
2.2.1	Financement des TMG	29
2.2.2	Mutualisation de la PPB	31
2.3	La mutualisation financière au sein de la norme IFRS 17	31
2.4	La mutualisation intergénérationnelle	34
2.5	La mutualisation intergénérationnelle dans le cadre de l'IFRS 17	36
2.6	Méthodes pratiques de démutualisation	37
2.6.1	Méthode marginale	38
2.6.2	Méthode standalone	39
2.6.3	Méthodes d'allocation de capital	39
3	Allocation de capital	41
3.1	Principe	41
3.2	Notations	42
3.3	Principe d'allocation cohérente	43
3.4	Les méthodes d'allocation	44
3.4.1	Méthode proportionnelle	44
3.4.2	Méthode marginale discrète	46
3.4.3	Méthode d'Euler	47
3.4.4	Méthode de Shapley	50
4	La modélisation actif/passif	55
4.1	L'assurance vie	55
4.2	Contrats d'épargne en euro	56
4.2.1	Taux technique	56
4.2.2	Participation aux Bénéfices	56
4.3	Modèle ALM	57
4.3.1	Modélisation de l'actif	58
4.3.1.1	Valorisation des obligations	58
4.3.1.2	Valorisation des actions	59
4.3.1.3	Le cash	60
4.3.1.4	Sorties de cash flows	60
4.3.1.5	Reallocation d'actif	60
4.3.2	Modélisation du passif	61
4.3.2.1	Frais	61
4.3.2.2	Chargement	62
4.3.2.3	Modélisation de la Provision Mathématique	62
4.3.2.4	Réserve de capitalisation	66
4.3.2.5	Redistribution des produits financiers	66
5	Application des méthodes de démutualisation	69
5.1	Mécanisme de mutualisation au sein de l'outil ALM	69
5.1.1	Engagement Minimal : Taux Minimum Garanti (TMG)	69

5.1.2	Participation aux Bénéfices	70
5.2	Méthodologie suivie	70
5.3	Application des méthodes et analyse des résultats	74
5.3.1	Méthode d'Euler	74
5.3.1.1	Rendement de 1,6%	75
5.3.1.2	Rendement de 2%	76
5.3.1.3	Rendement de 3%	76
5.3.1.4	Conclusion	77
5.3.2	Méthode de Shapley	77
5.4	Calcul de la CSM	78
	Conclusion	81
	Bibliographie	84

Introduction

L'évolution rapide du secteur financier et ses interdépendances croissantes avec les régulations comptables et prudentielles sont au cœur des préoccupations des professionnels du domaine assurantiel. Dans ce paysage en constante évolution, l'introduction de la norme IFRS 17 se distingue comme une étape majeure, transformant en profondeur les méthodes de comptabilisation et de reporting des contrats d'assurance. Si cette norme ambitionne de renforcer la transparence et la comparabilité des états financiers des compagnies d'assurance, elle apporte son lot de contraintes et d'enjeux, en particulier en ce qui concerne la gestion et l'évaluation des contrats.

La mutualisation financière, au cœur de ce mémoire, est l'un des aspects les plus complexes de cette transition. Elle représente un mécanisme essentiel par lequel les assureurs gèrent les risques et partagent la richesse entre différentes générations de contrats. Cependant, l'IFRS 17 exige une gestion des contrats plus fine, en fonction du risque, de la rentabilité et de la cohorte. Face à cette nouvelle exigence, et afin de préserver les pratiques courantes des assureurs, il devient indispensable d'examiner avec rigueur les interactions financières entre les différentes générations de contrats. Cette analyse exige, en retour, le développement et l'application de méthodologies sophistiquées pour cerner avec précision ces flux intergénérationnels.

Au vu de ces enjeux, ce mémoire se consacre à explorer les méthodes de démutualisation en s'appuyant sur les techniques d'allocation de capital, offrant ainsi des perspectives nouvelles sur les stratégies que les assureurs pourraient adopter face à ce nouvel environnement réglementaire.

Le premier chapitre présente les bases de la norme comptable IFRS 17, mettant en lumière son objectif d'harmoniser et de clarifier les états financiers des compagnies d'assurance. En introduisant ce cadre, nous explorons différents aspects importants tels que la segmentation des contrats conformément à l'IFRS 17 et les spécificités comptables du modèle VFA.

Le deuxième chapitre du mémoire se consacre à la mutualisation financière, élément central de ce mémoire. Il offre une plongée approfondie dans la pratique de mutualisation, permettant ainsi d'en saisir les subtilités. Le chapitre explore aussi comment la mutualisation impacte les flux financiers entre différentes générations de contrats d'assurance. Finalement, en s'appuyant sur les directives de la norme IFRS 17, nous chercherons à élaborer des méthodes permettant de démutualiser efficacement ces contrats.

Le troisième chapitre du mémoire aborde les méthodes d'allocation, en mettant l'accent sur les techniques de Shapley et d'Euler. À travers ce chapitre, l'application de ces techniques est illustrée par le biais de plusieurs exemples pratiques. Le chapitre se poursuit avec une présentation approfondie du modèle ALM utilisé, offrant ainsi une vision complète des outils utilisés.

Dans la dernière partie, nous appliquons les méthodes d'allocation sur un portefeuille de contrats d'épargne en euro. En particulier, nous évaluons l'efficacité de ces approches comme outils de démutualisation en les mettant à l'épreuve à travers des maquettes d'analyse détaillées.

Chapitre 1

Présentation de la norme IFRS 17

1.1 Contexte et objectifs de la norme

Au cours des dernières décennies, l'activité d'assurance s'est développée pour devenir un élément important de l'économie mondiale, ce qui a entraîné un besoin accru de réglementations visant à assurer une supervision adéquate des institutions d'assurance afin de préserver la stabilité financière. En réponse à cela, différentes exigences détaillées et normes ont été publiées, auxquelles les compagnies d'assurance étaient tenues de se conformer pour protéger leurs pratiques et préserver l'intégrité de l'industrie.

L'introduction de la norme IFRS 17 par l'International Accounting Standards Board (IASB) en mai 2017 a marqué un tournant majeur dans les normes de reporting pour l'assurance après de longues délibérations s'étendant sur deux décennies. À partir de 2023, cette nouvelle norme comptable internationale s'applique à toutes les entreprises, dont la plupart sont des compagnies d'assurance, qui émettent des contrats d'assurance dans le monde entier.

L'adoption de la norme IFRS 17 s'inscrit dans un objectif d'harmoniser les pratiques comptable dans le secteur de l'assurance, favorisant ainsi une transparence renforcée. Cette standardisation des exigences en matière de reporting entre les compagnies d'assurance pourrait permettre une meilleure compréhension de la santé financière d'un assureur. Elle permettra aux acteurs du marché de comparer les informations financières des entreprises, indépendamment de leur secteur d'activité ou de leur pays d'opération. De plus, IFRS 17 pourrait améliorer la capacité des compagnies d'assurance à évaluer et gérer les risques associés aux contrats d'assurance, ainsi que la confiance générale dans leur santé financière et leurs reporting. Cette confiance accrue a le potentiel d'attirer davantage d'investissements.

Dans la suite de ce chapitre, nous procéderons à une présentation détaillée des nouvelles caractéristiques introduites par IFRS 17. Pour ce faire, nous nous appuyerons sur le texte officiel de la norme "**IFRS 17 Insurance Contracts**" ainsi que sur le texte d'interprétation qui l'accompagne, "**IFRS 17 Insurance Contracts - Basis for Conclusions**".

1.2 Champs d'application de la norme

L'IFRS 17 met davantage l'accent sur les types de contrats que sur les types d'entités lors de la définition du champ d'application. Par conséquent, le fait qu'une entité soit ou non réglementée en tant qu'entité d'assurance n'a aucune incidence sur l'obligation de mettre en œuvre la norme IFRS 17. Ainsi, l'IFRS 17 doit être appliquée exclusivement aux contrats suivants par toutes les entités impliquées dans leur émission [1]¹ :

- Contrats d'assurance, y compris les contrats de réassurance, que l'entité émet ;
- Contrats de réassurance que l'entité détient ;
- Contrats d'investissement avec participations discrétionnaires que l'entité émet, à condition qu'elle émette également des contrats d'assurance.

Par conséquent, pour être dans le champ d'application de l'IFRS 17, la notion de risque d'assurance apparaît comme étant cruciale. Si un contrat ne présente pas de risque d'assurance significatif, il est exclu du champ d'application de l'IFRS 17. Il est donc essentiel d'établir une définition du risque d'assurance pour déterminer si un contrat contient un risque d'assurance significatif ou non. Selon l'IFRS 17² [1], le risque d'assurance fait référence aux risques, à l'exclusion des risques financiers, qui sont transférés de l'assuré à l'émetteur. Par conséquent, un contrat n'est pas un contrat d'assurance si le risque auquel l'émetteur est exposé est un risque financier plutôt qu'un risque d'assurance significatif.

Risque d'assurance	Risque financier
<ul style="list-style-type: none"> • Décès ou survie • Perte de propriété due à des dommages ou à un vol • Défaut d'un débiteur de effectuer un paiement à l'échéance 	<ul style="list-style-type: none"> • Changement des prix des matières premières. • Changement dans le taux d'intérêt • Changement des prix des instruments financiers

TABLE 1.1 – Exemples de risques d'assurance et de risques financiers

1. Paragraphe 3 de la norme IFRS 17

2. Annexe A de la norme IFRS 17

Cependant, certains contrats peuvent être composés de plusieurs éléments qui ne relèvent pas nécessairement du champ d'application de la norme IFRS 17. [1]³ Ces éléments doivent alors être dissociés des contrats d'assurance et comptabilisés selon d'autres normes.

Selon la norme IFRS 17, les composantes suivantes peuvent être dissociés des contrats d'assurance et comptabilisés conformément à d'autres normes :

Les dérivés incorporés :

Un dérivé incorporé est une clause contractuelle ajustant le flux de trésorerie en fonction d'une mesure sous-jacente. À l'instar des dérivés classiques, ces dérivés incorporés peuvent se référer à une multitude d'instruments, qu'il s'agisse d'actions, de taux de change ou encore de taux d'intérêt.

Les entités utilisent la norme IFRS 9 pour déterminer si les dérivés incorporés doivent être séparés du contrat d'assurance principal. En cas de séparation, les dérivés incorporés sont comptabilisés selon la norme IFRS 9.

Les composantes d'investissement

Les composantes d'investissement représentent la somme contractuelle due à l'assuré. L'un de ces éléments peut être l'épargne accumulée.

Si une composante d'investissement est "distincte", elle est exclue du champ d'application de l'IFRS 17 et doit être comptabilisée selon l'IFRS 9.

Une composante d'investissement est dite distincte si :

- Elle n'est pas fortement corrélée avec la composante d'assurance.
- Un contrat comportant des clauses équivalentes et/ou pourrait être commercialisé séparément sur le même marché ou dans la même juridiction.

Les composantes de services

De manière similaire aux composantes d'investissement, la norme IFRS 17 ne s'applique pas aux composantes de services si elles sont distinctes.

Une composante de biens et de services est considérée comme distincte si elle peut être commercialisée séparément par toute entité.

3. Paragraphe 10 de la norme IFRS 17.

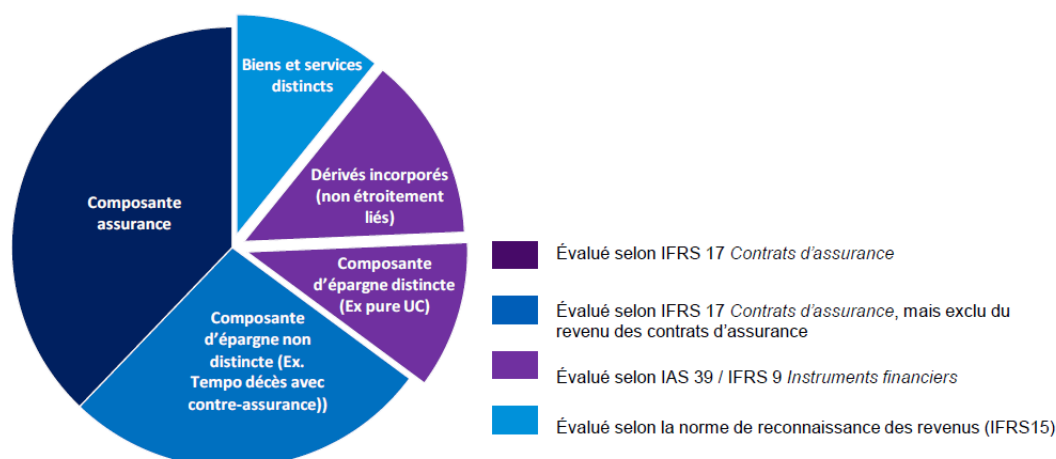


FIGURE 1.1 – Composantes et normes comptables

1.3 Maille de calcul

Afin d'améliorer la transparence et la précision, la norme IFRS 17 introduit une granularité accrue dans les calculs. Cette finesse dans la gestion des contrats réduira l'influence des contrats rentables masquant les contrats déficitaires en raison de la mutualisation financière, et permettra donc une étude plus précise des risques et des performances des contrats.

Conformément à cet objectif, l'IFRS 17 introduit l'obligation pour les entités de créer des portefeuilles de contrats d'assurance sur la base d'un ensemble de critères, qui sont les suivants :

- Risques similaires et gérés ensemble
- La rentabilité
- Les cohortes

1.3.1 Risques similaires et gérés ensemble

Un portefeuille de contrats doit être composé de contrats qui présentent des risques similaires et qui sont gérés ensemble.

Les risques sous-jacents et les garanties proposées par le contrat peuvent être utilisés pour déterminer si certains contrats sont exposés à des risques similaires, et peuvent être gérés ensemble s'ils concernent le même type de produit et font partie de la même ligne de distribution.

En général, les contrats d'une même ligne d'activité (line of business (LOB)) sont susceptibles de présenter des risques similaires. Par conséquent, s'ils sont gérés ensemble, ils seront inclus dans le même portefeuille⁴ [1].

1.3.2 Profitabilité

Après le premier regroupement, chaque portefeuille doit être séparé en un minimum de⁵ [1] :

- un groupe de contrats onéreux lors de la comptabilisation initiale.
- un groupe de contrats qui, lors de leur comptabilisation initiale, n'ont pas un risque significatif de devenir onéreux par la suite.
- un groupe de contrats restants dans le portefeuille.

Les contrats restent dans le groupe auquel ils ont été attribués à la date de leur comptabilisation initiale tout au long de leurs durée de vie. Par conséquent, un contrat initialement perçu comme onéreux ne peut pas être perçu comme rentable par la suite⁶ [1].

En ce qui concerne le regroupement des contrats, la norme prévoit deux méthodes possibles⁷ [1] :

- Si l'entité dispose de suffisamment d'informations raisonnables et justifiables pour déterminer qu'un ensemble de contrats appartient à un même groupe, il est possible de déterminer à quel groupe cet ensemble appartient.
- Dans le cas contraire, chaque contrat doit être évalué séparément pour déterminer le groupe de profitabilité auquel il appartient.

Ce regroupement de contrats est jugé important car il permet de réduire la probabilité de perdre des informations sur l'évolution de la rentabilité des contrats dans le temps.

1.3.3 Cohortes :

Une fois les premiers regroupements sont effectués, une autre dimension importante du regroupement intervient : les cohortes. Cela consiste à regrouper dans des groupes distincts les contrats émis à plus d'un an d'intervalle⁸ [1]. Cette division est nécessaire car les souscriptions sont effectuées dans des conditions économiques variables. De plus, le fait de laisser un portefeuille ouvert indéfiniment peut entraîner une perte d'information sur la rentabilité des contrats dans le temps. En effet, la marge de service contractuelle persistera tout au long de la durée des contrats du groupe, ce qui pourrait conduire à ce que les bénéfices ne soient pas comptabilisés dans la bonne période.

4. Paragraphe 14 de la norme IFRS 17

5. Paragraphe 21 de la norme IFRS 17

6. Paragraphe 24 de la norme IFRS 17

7. Paragraphe 17 de la norme IFRS 17

8. Paragraphe 22 de la norme IFRS 17

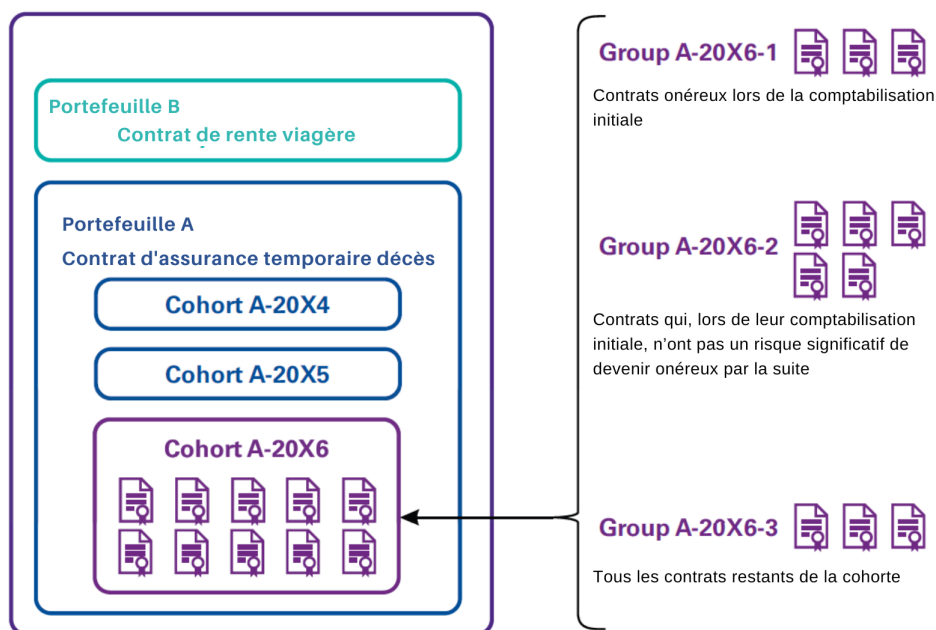


FIGURE 1.2 – Maille de comptabilisation et granularité des contrats d'assurance sous IFRS 17

1.4 Date de comptabilisation initiale

Il s'agit d'un aspect essentiel de la communication financière en vertu de l'IFRS 17. Il s'agit d'évaluer le moment où une entité est tenue, en vertu des conditions contractuelles, d'accepter les risques énoncés dans le contrat.

La date de comptabilisation initiale est généralement la première des dates suivantes : le début de la période de couverture et la date à laquelle le premier paiement est dû. La reconnaissance des contrats d'assurance avant ces dates est possible dans les cas où les contrats sont considérés comme onéreux⁹ [1].

1.5 Composition du bilan

Le bilan des assureurs a fait l'objet d'une révision majeure et répond désormais aux exigences de la norme IFRS 9 pour la comptabilisation des actifs et de l'IFRS 17 pour la comptabilisation des passifs.

9. Paragraphe 25 de la norme IFRS 17

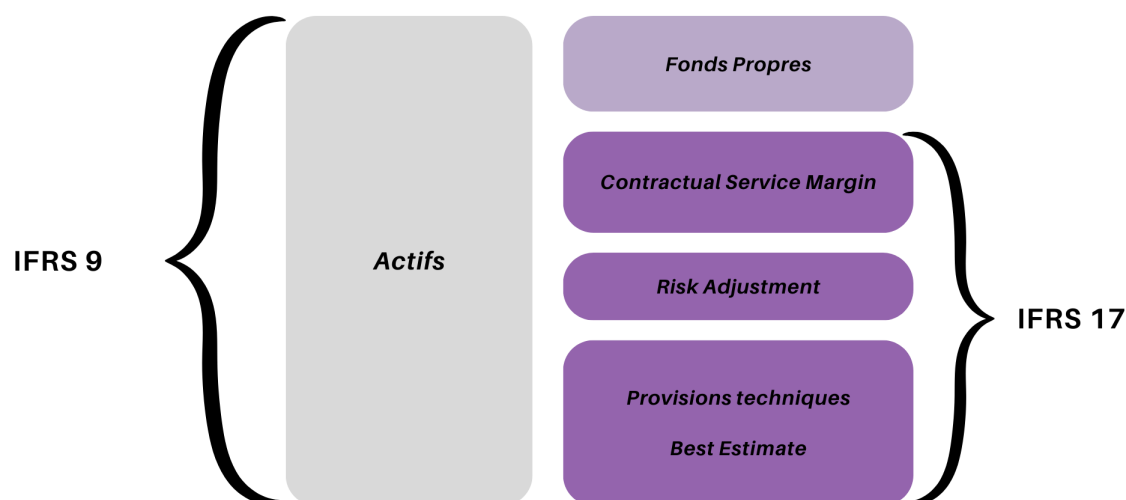


FIGURE 1.3 – Bilan sous les normes IFRS 17 et IFRS 9

1.5.1 Actif des bilans comptables

En ce qui concerne les actifs, l'IFRS 9 remplace l'IAS 39 et introduit un certain nombre de changements importants à la manière dont les actifs sont représentés. Cette nouvelle norme repose sur le concept de la juste valeur pour la classification et l'évaluation des actifs financiers.

La mise en œuvre de l'IFRS 9 repose sur trois grands piliers, qui sont décrits ci-dessous :

- Classification et évaluation des instruments financiers : Sous ce pilier, les actifs financiers sont classés en quatre catégories différentes sur la base de deux critères. Le premier repose sur les caractéristiques des flux de trésorerie contractuels des actifs financiers, c'est-à-dire les flux de trésorerie spécifiés dans le contrat régissant l'instrument. Le second examine le modèle de gestion utilisé pour gérer les actifs financiers ou, en d'autres termes, l'objectif pour lequel les actifs financiers ont été acquis¹⁰ [2].
- Dépréciation des instruments financiers : Ce pilier concerne la comptabilisation des pertes de crédit sur les actifs financiers. Il introduit une nouvelle approche pour évaluer et reconnaître les pertes de crédit attendues sur les actifs financiers sur leur durée de vie prévue, en se basant sur les pertes passées et les pertes prospectives.

10. Paragraphe 4.1.1 de la norme IFRS 9

- Couverture des instruments financiers : Le troisième et dernier pilier de l'IFRS 9 concerne la manière dont les états financiers sont présentés et la divulgation des informations pertinentes relatives aux actifs financiers.

Étant donné le chevauchement temporel de la mise en œuvre des deux normes, IFRS 9 et IFRS 17, qui doivent être adoptées respectivement en 2018 et 2023, l'IASB a proposé deux options pour résoudre cette problématique. La première approche consiste à permettre aux entreprises appliquant l'IFRS 17 de reporter l'application d'IFRS 9 afin de l'aligner avec IFRS 17. La seconde approche, dite d'"Overlay", consiste à appliquer l'IFRS 9 à partir de sa date d'application initiale en 2018 et à reclasser une partie des revenus et des dépenses liés aux actifs financiers du compte de résultat vers l'Other Comprehensive Income (OCI). Ces ajustements visent à éliminer toute incohérence pouvant découler de la coexistence des deux normes.

1.5.2 Passif des bilans comptables

Au cœur des changements apportés par IFRS 17, d'importantes transformations ont eu lieu sur le passif. La composition des passifs a été redéfinie par cette nouvelle norme comptable en le décomposant en quatre blocs principaux :

- Les fonds propres
- Contractual Service Margin (CSM)
- Present Value of Future Cash Flows (PVFCF)
- Ajustement pour risque (Risk Adjustment ou RA)

1.5.2.1 Valeur actuelle des flux de trésorerie futurs

Le PVFCF est l'un des éléments clés de l'évaluation des passifs en vertu de la norme IFRS 17. Il correspond à la valeur actuelle probable des flux futurs de trésorerie. Mathématiquement, le PVFCF se calcule comme une moyenne empirique des flux futurs probables actualisés au taux sans risque. On se base donc sur un grand nombre de réalisations des flux de prestation obtenues en utilisant les générateurs de scénarios économiques basés sur des trajectoires stochastiques.

$$PVFCF = E \left(\sum_{t=1}^T CF_t \cdot \rho_t \right) \quad (1.1)$$

où :

- CF_t Cash flow au cours de l'année t correspond à la différence entre les flux de sortie et d'entrée à l'année t
- ρ_t le déflateur induit par le taux d'actualisation en année t
- T : l'horizon de projection

Le concept de PVFCF dans IFRS 17 est similaire au Best Estimate sous Solvabilité 2. Cependant, il existe certaines distinctions en termes de méthodologies et d'hypothèses entre les deux normes, notamment en ce qui concerne la courbe des taux utilisée pour l'actualisation des flux et la frontière des contrats.

1.5.2.1.1 Actualisation :

Contrairement à Solvabilité II, où l'EIOPA¹¹ fournit la courbe des taux d'intérêt utilisée pour l'actualisation, la norme IFRS 17 propose deux méthodes différentes pour déterminer la courbe, qui sont les suivantes :

- Top-Down : Cette méthode consiste à construire la courbe à partir de la courbe de rendement d'un portefeuille composé d'actifs de référence (actifs risqués), à partir duquel les risques non liés aux groupes de contrats sont exclus (prime de risque de marché).
- Bottom-up : Avec cette approche, la courbe est construite en utilisant une courbe de taux sans risque choisie par l'entité, et en incluant la prime de liquidité. Il est possible de choisir le taux sans risque de l'EIOPA.

Normalement, l'utilisation de l'une de ces deux approches devrait aboutir à la même courbe d'actualisation. Toutefois, il n'est pas obligatoire de vérifier si cette condition est remplie et les entités ont la possibilité de choisir l'une de ces deux approches.

Cette courbe, utilisée pour l'actualisation, a pour objectif de refléter la valeur temporelle de l'argent. Elle doit ainsi être alignée avec les prix observés sur les marchés des instruments financiers, dont les flux sont cohérents avec les caractéristiques du passif en termes de durée et liquidité. Ainsi, cette courbe doit refléter les particularités des flux de trésorerie et la liquidité des contrats d'assurance détenus dans le portefeuille.

Les taux d'actualisation doivent être mis à jour à chaque date de reporting conformément à la norme IFRS 17.

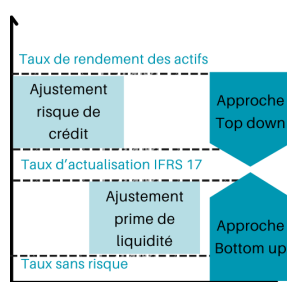


FIGURE 1.4 – Détermination des taux d'actualisation

11. EIOPA : European Insurance and Occupational Pensions Authority

1.5.2.1.2 Frontière des contrats

La frontière des contrats fait référence à la délimitation des flux de trésorerie qui doivent être pris en compte dans le cadre du contrat¹² [1]. Selon la norme IFRS 17, les flux de trésorerie entrent dans la frontière d'un contrat d'assurance si¹³ [1] :

- Ils découlent des droits et obligations de l'assureur pendant la période au cours de laquelle il est tenu de payer les primes ; ou
- L'entité est légalement tenue d'offrir à l'assuré une couverture d'assurance ou d'autres services.

Et n'appartiennent plus à la frontière des contrats si :

- L'entité a la capacité de réévaluer les risques encourus par l'assuré ou d'ajuster le niveau des prestations de manière à ce que le prix reflète pleinement ces risques ; ou
- La retarification prend en compte les risques au-delà de la période de couverture.

Il est important de souligner que les flux de trésorerie pris en compte dans le calcul des passifs sont directement attribuables aux contrats. Par conséquent, contrairement à Solvabilité 2, qui prend en compte les dépenses directes et indirectes, IFRS 17 se concentre uniquement sur les dépenses directement liées au contrat¹⁴ [1].

1.5.2.2 Risk Adjustment

Comme son nom l'indique, l'ajustement pour risques intervient pour modifier les provisions déjà générées par le calcul du PVFCF afin de refléter l'incertitude associée aux risques non financiers¹⁵ [1].

Dans le contexte du modèle ALM, les générateurs de scénarios économiques sont utilisés pour évaluer les risques financiers tels que les fluctuations des taux d'intérêt. En revanche, les risques non financiers, qui comprennent des facteurs tels que les taux de mortalité, ne sont pas pris en compte par les générateurs de scénarios économiques, mais sont évalués à l'aide de scénarios déterministes. Par conséquent, l'ajustement au risque est essentiel en tant que tampon pour faire face aux risques non financiers qui ne sont pas représentés par le calcul du PVFCF. Son objectif est de fournir une estimation plus précise des provisions nécessaires pour faire face aux risques financiers et non financiers.

12. Annexe B paragraphe 61 de la norme IFRS 17

13. Paragraphe 34 de la norme IFRS 17

14. Annexe B paragraphe 66-d de la norme IFRS 17

15. Paragraphe 37 de la norme IFRS 17

Le calcul du RA doit être fait de manière explicite, bien que la norme IFRS 17 ne prescrive pas de méthode à cet égard. Par conséquent, les compagnies d'assurance sont autorisées à utiliser la méthode de leur choix. Toutefois, la méthode utilisée pour calculer le RA, ainsi que les hypothèses employées et les justifications des décisions prises, doivent être documentées afin de maintenir la transparence et la comparabilité entre les états financiers.

Il convient de noter que la norme IFRS 17 précise les caractéristiques suivantes auxquelles doit répondre l'ajustement au risque¹⁶ [1] :

- Être plus important si les risques sont moins fréquents mais plus graves que s'ils sont fréquents mais peu graves, c'est-à-dire que le RA sera plus important pour les risques associés aux sinistres extrêmes qu'aux sinistres attritionnels ;
- Pour des risques similaires, les contrats de plus longue durée comporteront des ajustements pour risques non financiers plus importants que pour les contrats de plus courte durée.
- Être plus élevé pour les risques dont la distribution de probabilité est plus large que pour les risques dont la distribution est plus étroite.
- Être plus élevé si l'estimation et la tendance présentent de nombreuses inconnues
- Être plus bas à mesure que les résultats techniques récents réduiront l'incertitude quant au montant et à l'échéance des flux de trésorerie, et vice versa.

De manière générale, les méthodes utilisées pour déterminer l'ajustement au risque diffèrent d'une compagnie à l'autre. Les méthodes suivantes sont celles qui sont les plus couramment utilisées :

- L'approche du Coût en capital (CoC) : Cette méthode a été proposée pour le calcul du RA sous Solvabilité 2. Le RA est calculé selon cette méthode comme la somme des SCR futurs pour les risques non financiers actualisés sur la durée de la couverture, multipliée par un taux de coût du capital fixé à 6 %.

$$RA = CoC \sum_{t \geq 0}^n \frac{SCR_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}} \quad (1.2)$$

- Value at Risk (VaR) : La VaR correspond au montant de perte potentielle sur une période de temps fixée avec un niveau de confiance de $1 - \alpha$ %. Elle est la méthode la plus utilisée cependant elle présente l'inconvénient d'être imprécise lorsqu'il s'agit de distributions asymétriques.

$$VaR_\alpha = inf\{x | P(X \leq x) \geq \alpha\} \quad (1.3)$$

16. Annexe B paragraphe 91 de la norme IFRS 17

- Tail Value at Risk(TVaR) : Estime l'espérance conditionnelle des pertes au-delà du seuil de la VaR.

$$\text{TVaR}_\alpha(X) = \mathbb{E}[X|X \geq \text{VaR}_\alpha(X)] \quad (1.4)$$

Le RA indique non seulement le niveau d'incertitude lié aux flux de trésorerie futurs, mais aussi l'aversion au risque de l'entité. Il est essentiel de souligner que deux entités distinctes ayant des niveaux d'aversion au risque différents peuvent appliquer des ajustements de risque différents au même risque. Les entités ayant une plus grande aversion au risque appliquent généralement des ajustements de risque plus élevés pour tenir compte des pertes potentielles associées à un risque spécifique.

L'ajustement du risque mis de côté pour tenir compte de l'incertitude est progressivement libéré au fur et à mesure que le temps passe et que le contrat d'assurance se déroule. Cet amortissement indique une reconnaissance des pertes et une réduction de l'incertitude¹⁷ [1].

1.5.2.3 Fulfilment Cash Flows

Les Fulfilment Cash Flows (FCF) désignent la valeur actualisée des flux de trésorerie futurs, ajustée d'une marge pour risque. Il se compose des éléments suivants¹⁸ [1] :

- Les flux de trésorerie futurs projetés.
- Un ajustement pour refléter l'évolution temporelle de l'argent (l'actualisation), ainsi que les risques financiers associés aux flux de trésorerie projetés.
- Risk adjustment.



FIGURE 1.5 – Les composantes du Fulfilment Cash Flows

17. Paragraphe 50-b de la norme IFRS 17

18. Paragraphe 32 de la norme IFRS 17

1.5.2.4 Contractual Service Margin

La marge de service contractuelle, également connue sous l'acronyme CSM (Contractual Service Margin), est un nouveau concept introduit par la norme IFRS 17 qui représente le bénéfice non réalisé que l'entité s'attend à générer en fournissant des services¹⁹ [1]. Elle joue un rôle crucial dans la détermination de la profitabilité des groupes de contrats au fil du temps.

Le concept de la marge de service contractuelle (CSM) dans la norme IFRS 17 repose sur la temporalité des revenus des contrats. Nous supposons que les profits sont générés progressivement au fur et à mesure que les services sont fournis. Ainsi, l'objectif de l'utilisation de la CSM est de refléter de manière précise le schéma de reconnaissance des profits pour les contrats d'assurance et de veiller à ce que la reconnaissance des profits soit cohérente avec la fourniture des services. Par conséquent, étant donné qu'aucune couverture de risque n'a encore été offerte, les primes ne sont pas immédiatement reconnues comme des profits. Toutefois, dans le cas des contrats déficitaires, les pertes doivent être reconnues d'emblée afin de refléter la réalité financière du contrat.

La CSM est calculée à la date de comptabilisation initiale du contrat en tant que la différence entre les flux entrants et les flux sortants actualisés, ajustés pour tenir compte des risques. Elle correspond également à la différence entre la valeur de l'actif, représentée par les primes collectées, et la valeur des provisions.

$$CSM_0 = Flux_{entrants}^{actualises} - Flux_{sortants}^{actualises} - RA_0 \quad (1.5)$$

$$= Primes - PVFCF_0 - RA_0 \quad (1.6)$$

où :

- CSM_0 correspond à la CSM calculée à la date de comptabilisation initiale
- RA_0 correspond à l'ajustement pour risque calculé en $t = 0$
- $PVFCF_0$ correspond au PVFCF calculé en $t = 0$

Cette évaluation est effectuée pour chaque groupe de contrats. Elle vise à déterminer le statut de la profitabilité du groupe. Cette évaluation peut se traduire par un montant positif ou négatif. Lorsque le montant est positif, le contrat est considéré comme profitable. À l'inverse, si le montant est négatif, le contrat est classé comme onéreux et la marge de service contractuelle (CSM) est réduite à zéro. Dans de tels cas, la composante de perte (Loss Component) (LC) associée au contrat est immédiatement reconnue dans le résultat²⁰ [1].

19. Paragraphe 38 de la norme IFRS 17

20. Paragraphe 47 de la norme IFRS 17

Dans le cas de contrats profitables, la CSM est amortie sur la période de couverture, ce qui permet d'aligner la reconnaissance des profits sur la prestation des services. L'amortissement de la CSM repose sur le concept d'unités de couverture, qui constituent une mesure significative des services fournis à un groupe de contrats au cours d'une période donnée²¹ [1]. Ces unités peuvent correspondre au nombre total d'assurés par période, les provisions mathématiques ou le volume total de primes reçues annuellement. Il est essentiel que les assureurs choisissent judicieusement les unités de couverture appropriées qui reflètent fidèlement les services rendus. Ceci assure que l'amortissement de la CSM est effectué en adéquation avec la prestation des services, permettant ainsi une reconnaissance adéquate des profits sur la période de couverture.

Le montant de la CSM amortie doit être reconnu dans le compte de résultat chaque année²² [1]. Son calcul repose sur la formule générale suivante :

$$A_t = CSM_{t-1} \times \frac{UC_t}{\sum_{k \geq t}^n UC_k \times \text{Facteurs d'actualisation}_k} \quad (1.7)$$

où :

- CSM_{t-1} correspond à la CSM de l'exercice précédent.
- UC_k correspond aux unités de couverture.
- n correspond à la limite de la période de couverture des contrats.

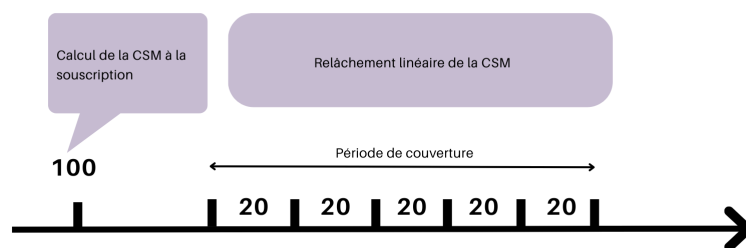


FIGURE 1.6 – Reconnaissance des profits futurs par relâchement de CSM

Au cours de la durée du contrat, il est possible d'avoir des changements d'hypothèses qui impactent les flux de trésorerie futurs. Dans de tels cas, il devient nécessaire d'ajuster la CSM pour refléter toute évolution positive ou négative susceptible de se produire. La manière dont les changements d'hypothèses sont traités varie selon le modèle comptable utilisé, ces mécanismes seront présentés ultérieurement. Toutefois, il est important de noter qu'en cas d'évolution défavorable qui conduit à considérer le contrat comme onéreux, la CSM doit être ramenée à une valeur minimale de 0, et les pertes correspondantes sont immédiatement reconnues dans le compte de résultat.

21. Annexe B paragraphe 119-a de la norme IFRS 17

22. Annexe B paragraphe 119-c de la norme IFRS 17

Enfin, l'un des avantages clés de la CSM est sa capacité à atténuer la volatilité du compte de résultat. En effet, lorsque des ajustements sont nécessaires en raison de changements dans les hypothèses ou de l'évolution des flux de trésorerie futurs, ils sont généralement reflétés dans la CSM. Ainsi, la CSM agit comme un tampon ou une réserve qui absorbe ces ajustements et lisse les variations potentielles des revenus sur la durée du contrat.

1.5.2.5 Other Comprehensive Income

Other Comprehensive Income (OCI) vient en complément du compte de résultat en enregistrant les revenus ou les charges financières non relevant des activités régulières de l'entité. Cette option vise à limiter la volatilité du compte de résultat et de la CSM, notamment en cas de changements d'hypothèses financières, tout en offrant une vue d'ensemble de la performance financière de l'entité, y compris les variations des éléments qui ne sont pas immédiatement reflétés dans le compte de résultat.

1.6 Méthode d'évaluation

La norme IFRS 17 a introduit de nouvelles méthodes comptables destinées à standardiser les bilans des assureurs et à réduire l'asymétrie entre l'actif et le passif. Ces méthodes comptables reposent sur le principe que les passifs doivent être évalués à leur juste valeur. Ainsi, les compagnies d'assurance qui se conforment à l'IFRS 17 s'efforcent d'obtenir une évaluation précise de leurs engagements, en prenant en compte à la fois la réalité économique et les obligations contractuelles, en s'appuyant sur les hypothèses actuelles pour atteindre cet objectif.

La norme IFRS 17 prévoit trois grands modèles d'évaluation du passif, qui sont utilisés en fonction du type de contrat d'assurance :

- Building Block Approach (BBA)
- Variable Fee Approach (VFA)
- Premium Allocation Approach (PAA)

1.6.0.1 Le modèle Building Block Approach

L'IFRS 17 établit une approche par défaut pour l'évaluation des passifs, sauf contre-indication, appelé la méthode générale ou l'approche par blocs. Cette méthode, comme son nom l'indique, est basée sur la décomposition des contrats en blocs, qui sont les suivants²³ :

- PVFCF
- RA
- CSM

23. Paragraphe 32 de la norme IFRS 17

Une fois que le calcul initial de la CSM à l'instant $t=0$ est fait à l'aide de la formule présentée plus haut 1.5, la CSM évoluera au fil du temps. Cette évolution est suivie d'un reporting à l'autre conformément aux lignes directrices suivantes prescrites par la méthode BBA :

- A partir d'une CSM initiale, l'impact de l'ajout de nouveaux contrats aux groupes de contrats existants sur une période de moins de 12 mois est ajouté.
- Ensuite, la charge d'intérêt correspondante à la capitalisation de la CSM est ajoutée pour refléter l'effet de passage du temps. Cette capitalisation est basée sur le taux "locked-in" estimé lors de la première comptabilisation. Cette charge d'intérêt est enregistrée dans le compte de résultat.
- Les changements d'hypothèses techniques et non financières concernant les exercices futurs sont inclus ensuite. Cela comprend les variations du PVFCF et du RA résultant des modifications d'hypothèses non financières. Cependant, l'impact de ces changements sur les événements passés n'est pas considéré. En effet, la CSM est conçue pour représenter le profit lié aux exercices futurs, donc les changements d'hypothèses ne sont considérés que sur les périodes à venir.
- Enfin, l'amortissement de la CSM, qui reflète la reconnaissance des services rendus, est soustrait. Cet amortissement est enregistré dans le compte de résultat.

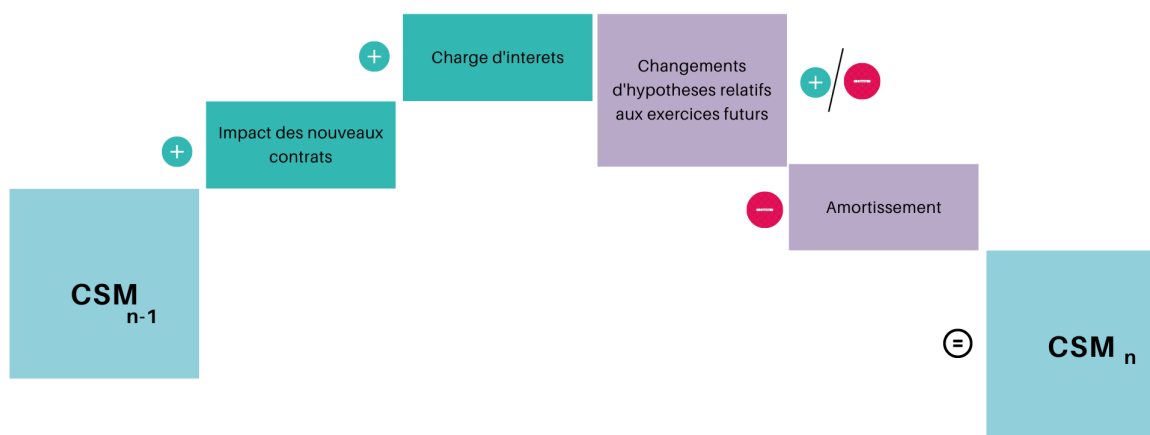


FIGURE 1.7 – Enroulement de la CSM sous le modèle BBA

Comme indiqué précédemment, seuls les changements d'hypothèses techniques sont inclus dans le calcul de la CSM. En revanche, les changements d'hypothèses financières ne sont pas pris en compte car le service d'assurance fourni dans le cadre du modèle BBA est considéré comme indépendant de l'environnement économique. Par conséquent, ces changements sont directement enregistrés en résultats.

Il est possible d'utiliser l'OCI pour réduire la volatilité des résultats due aux variations des variables financières telles que le taux d'actualisation. Dans ce cas, l'OCI enregistre l'écart entre la valorisation du passif avec le taux d'origine et la valorisation du passif avec le taux actuel.

1.6.0.2 Le modèle Variable Fee Approach

Le modèle VFA est une variante de l'approche BBA conçue pour les contrats d'assurance avec participation directe. Les contrats participatifs se distinguent par le fait qu'ils permettent aux assurés de partager les rendements financiers des actifs sous-jacents. Ainsi, la performance de ces actifs profite à la fois à l'assureur et à l'assuré tout au long de la durée du contrat.

Les contrats participatifs peuvent être classés en deux catégories : les contrats participatifs directs, comptabilisés sous le modèle VFA, et les contrats participatifs indirects. Selon la norme IFRS 17, les contrats participatifs directs sont ceux qui satisfont aux conditions suivantes²⁴ [1] :

- les conditions contractuelles stipulent que le preneur d'assurance participe à une part d'un ensemble clairement identifié d'éléments sous-jacents ;
- l'entité s'attend à payer au titulaire de la police un montant égal à une part substantielle des rendements de la juste valeur des éléments sous-jacents ; et
- l'entité s'attend à ce qu'une part substantielle de tout changement dans les montants à payer au titulaire de la police varie en fonction de la variation de la juste valeur des éléments sous-jacents.

Type de contrat	Non participatif	Participation indirect	Participation direct
Méthode d'évaluation	BBA	BBA	VFA

TABLE 1.2 – Les différents types de contrats associés à chaque modèle d'évaluation

Le modèle VFA est une approche plus représentative de la comptabilisation des contrats participatifs directs. Pour ce type de contrats, l'assureur charge des frais, appelés "variable fee", comme rémunération pour la couverture d'assurance et la gestion d'actifs sous-jacents pendant la durée du contrat. Cela permet une évaluation plus réaliste des flux financiers liés à la CSM.

24. Annexe B paragraphe 101 de la norme IFRS 17

De plus, Le modèle VFA prend en compte les changements d'hypothèses financières, ce qui est un élément essentiel dans le traitement comptable de ces contrats. En effet, les changements d'hypothèses financières peuvent avoir un impact direct sur les flux de trésorerie projetés, qui sont liés à la performance des actifs sous-jacents. Ainsi, en reconnaissant les frais variables ainsi que l'impact des changements d'hypothèses financières, la VFA fournit une image approfondie et complète de l'évolution de la CSM. Ainsi, à la différence à la méthode BBA où l'OCI est utilisé pour absorber les fluctuations résultant des changements d'hypothèses financières, le VFA ajuste directement la CSM en fonction des changements d'hypothèses financières.

Il est important de noter que, contrairement au modèle BBA qui se base sur le taux "locked-in" estimé lors de la première comptabilisation, le modèle VFA utilise la courbe de taux actuelle.

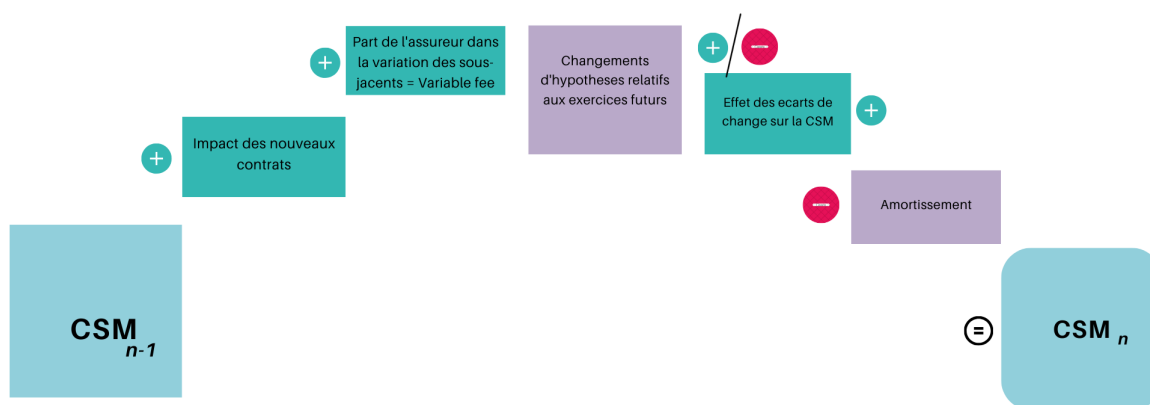


FIGURE 1.8 – Enroulement de la CSM sous le modèle VFA

Comme le montre la figure 1.8, le processus d'enroulement de la CSM dans le cadre du modèle VFA présente des similitudes avec le modèle BBA. Toutefois, il existe certaines distinctions, notamment en ce qui concerne la prise en compte de la variable fee, les changements dans les hypothèses financières et l'impact des écarts de change sur la CSM.

1.6.0.3 Le modèle Premium Allocation Approach

Le modèle PAA est une autre méthode pour comptabiliser les contrats d'assurance en vertu de la norme IFRS 17. Elle offre une approche simplifiée de l'approche BBA et est

conçue pour les contrats d'assurance profitables de courte durée, généralement ceux dont la période de couverture est d'un an ou moins. Toutefois, elle peut aussi être utilisée pour des contrats de plus longue durée dans le cas où l'entité s'attend à ce que les résultats soient relativement proches de ceux obtenus avec le modèle BBA ²⁵ [1].

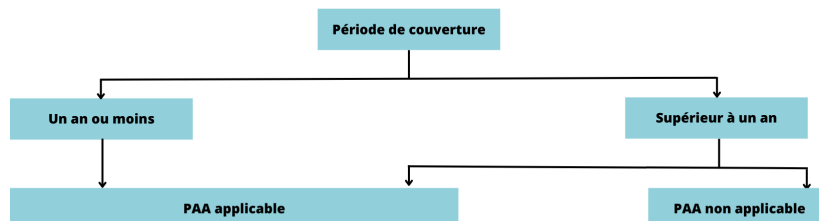


FIGURE 1.9 – Évolution du passif sous le modèle PAA

Le total des engagements pour un groupe de contrats se compose de deux composantes :

- Liability for Remaining Coverage (LRC) : Représente le passif associé aux contrats pour lesquels l'assureur a l'obligation de fournir une couverture à l'avenir.
- Liability for Incurred Claims (LIC) : Représente le passif pour les sinistres survenus, qu'ils aient été signalés ou non à l'assureur, mais qui n'ont pas encore été réglés par l'assureur.

Dans le cadre du modèle PAA, le passif relatif au LRC est initialement comptabilisé sur la base des primes reçues des assurés, desquelles nous déduisons les frais d'acquisition. Il n'y a donc pas de CSM dans le cadre du PAA.

25. Paragraphe 53 de la norme IFRS 17

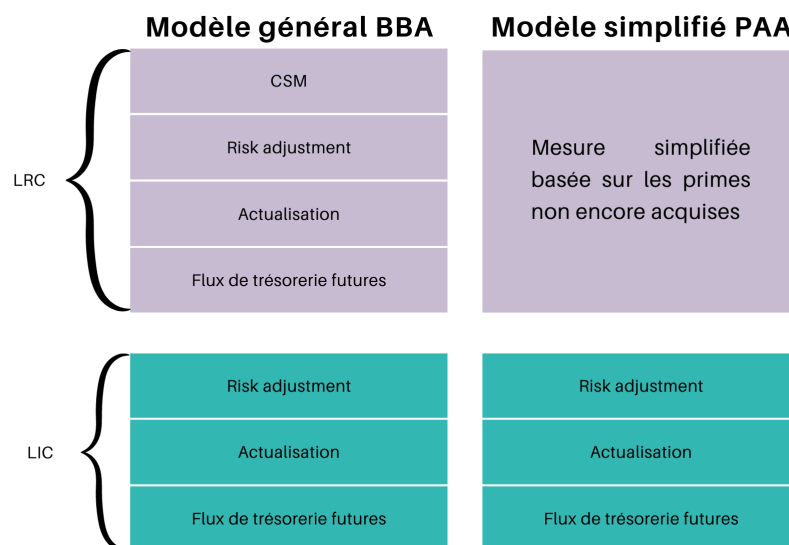


FIGURE 1.10 – Comparaison du modèle BBA au modèle PAA

Pour les comptabilisations ultérieures, l'évolution du passif s'articule de la manière suivante :

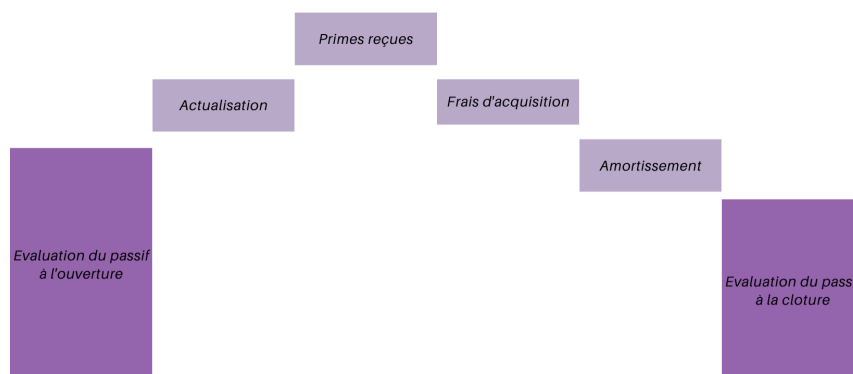


FIGURE 1.11 – Évolution du passif sous le modèle PAA

Il est important de noter que les étapes actualisation et amortissement sont appliquées uniquement dans le contexte de contrats d'une durée supérieure à un an.

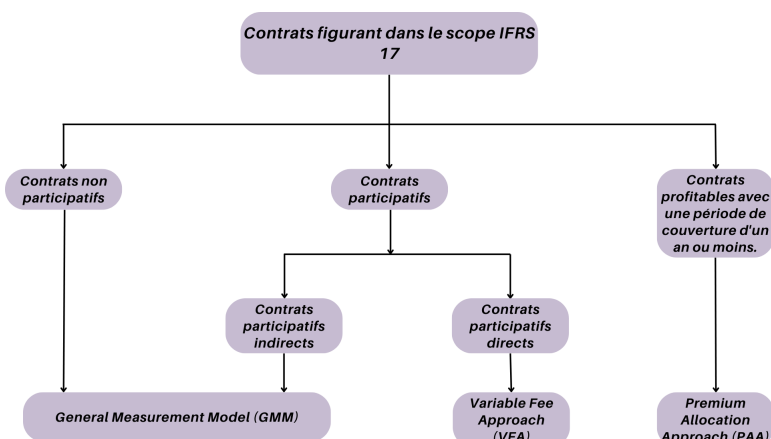


FIGURE 1.12 – Récapitulatif des Modèles comptables

1.7 Exercice de transition

La transition vers la norme IFRS 17 est un exercice effectué par les compagnies d'assurance qui consiste à procéder comme si cette norme avait été en vigueur depuis la souscription des contrats. Dans le cadre de cet exercice de transition, il est supposé que la CSM a été évaluée et comptabilisé depuis l'émission initiale de chaque groupe de contrats. L'objectif est de déterminer la valeur de la CSM à la date de transition vers la norme IFRS 17. Par conséquent, cette méthode nécessite une révision de toutes les hypothèses et de tous les calculs qui auraient été utilisés si la norme IFRS 17 avait été adoptée dès le départ.

Il existe plusieurs approches différentes pour mettre en œuvre la transition vers IFRS 17 :

- l'approche rétrospective complète
- l'approche rétrospective modifiée
- l'approche juste valeur

1.7.1 L'approche rétrospective complète

L'approche rétrospective complète consiste à appliquer la norme IFRS 17 comme si elle avait toujours été en vigueur. Cela implique de revoir et de refaire toutes les estimations qui auraient été faits en vertu de la nouvelle norme, dès la comptabilisation initiale de chaque groupe de contrats.

Pour mettre en œuvre l'approche rétrospective complète, une entité doit rassembler et utiliser des données historiques qui auraient été pertinentes au moment où chaque contrat a été comptabilisé pour la première fois. L'idée est de déterminer ce qu'aurait été le CSM à la date de comptabilisation initiale de chaque groupe de contrats et, par la suite, comment elle aurait évolué au fil du temps.

Le processus de collecte des données historiques et de recalcul des informations relatives aux contrats passés est difficile, ce qui rend l'approche rétrospective complète complexe à mettre en œuvre. Cette complexité est particulièrement évidente dans le contexte de l'approche BBA, qui utilise une courbe de taux d'intérêt "locked-in" établie au début du contrat. Identifier et recréer avec précision cette courbe rétrospectivement pourrait constituer un défi important en raison de la difficulté de déterminer avec précision les taux d'intérêt historiques.

Consciente de ces difficultés, l'IASB prévoit deux approches alternatives. Ces options peuvent être utilisées lorsque l'application de l'approche rétrospective complète n'est pas possible. Ces alternatives visent à rendre la transition vers la nouvelle norme comptable plus facile, tout en maintenant un niveau acceptable de précision et de conformité avec l'esprit de la nouvelle norme.

1.7.2 L'approche rétrospective modifiée

L'approche rétrospective modifiée, établie par l'IASB, est une méthode alternative pour la transition à l'IFRS 17. Cette approche est particulièrement utile lorsque l'application de l'approche rétrospective complète n'est pas possible en raison du manque de données nécessaires. Elle permet aux entités de simplifier certaines des exigences d'IFRS 17, notamment :

- La constitution des groupes de contrats d'assurance se fait à la date de transition²⁶.
- Des contrats émis à plus d'un an d'intervalle peuvent être inclus dans le même groupe²⁷.
- Les écarts d'expérience des périodes passées peuvent être négligés²⁸.

Dans le cadre de l'approche rétrospective modifiée, les assureurs s'efforcent toujours d'atteindre un résultat aussi proche que possible de celui de l'approche rétrospective complète, malgré les simplifications introduites. En effet, cette méthode permet d'utiliser des informations raisonnables et justifiables disponibles sans coût ou effort excessif à la date de transition, au lieu d'exiger que toutes les données historiques soient collectées et recalculées²⁹ [1].

L'un des aspects clés de cette approche est la détermination de la CSM à la date de transition. L'assureur estime cette marge dans la mesure du possible en utilisant les informations disponibles à la date de transition.

L'implémentation de la méthode varie en fonction de la nature des contrats. Pour les contrats comptabilisés selon la méthode BBA, la CSM à l'émission est déterminée à partir du BE à la date de transition, auxquelles sont ajoutés les flux de trésorerie survenus.

26. Annexe C paragraphe 9-a de la norme IFRS 17

27. Annexe C paragraphe 10 de la norme IFRS 17

28. Annexe C paragraphe 15 à 17 de la norme IFRS 17

29. Annexe C Paragraphe 6 de la norme IFRS 17

Par la suite, l'amortissement de la CSM de souscription est réalisé afin d'obtenir la CSM à la date de transition.

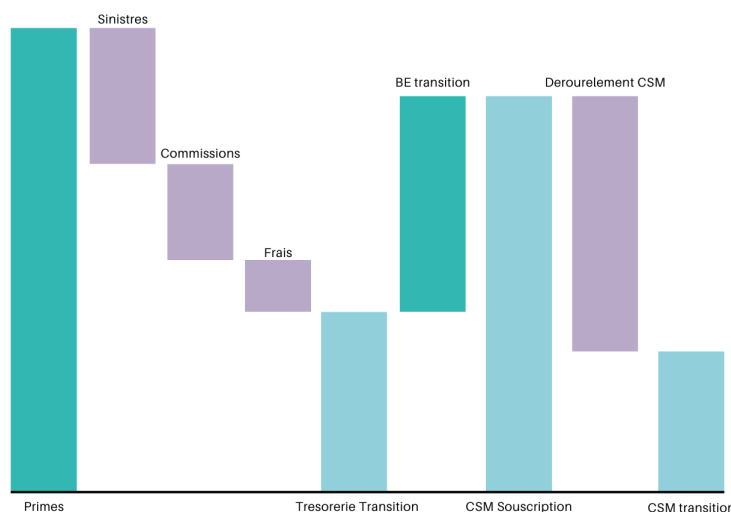


FIGURE 1.13 – Approche rétrospective modifiée pour des contrats non participatifs

Pour les contrats comptabilisés selon la méthode VFA, le calcul de la CSM s'appuie sur les étapes suivantes³⁰ [1] :

- La juste valeur totale des éléments sous-jacents à cette date, moins
- FCF à cette date, plus ou moins
- Un ajustement pour :
 - Les montants facturés par l'entité aux titulaires de polices (y compris les montants déduits des éléments sous-jacents) avant cette date.
 - Les montants payés avant cette date qui n'auraient pas varié en fonction des éléments sous-jacents.
 - Le changement dans l'ajustement pour le risque non financier causé par la libération du risque avant cette date. L'entité doit estimer ce montant en référence à la libération du risque pour des contrats d'assurance similaires que l'entité émet à la date de transition.
 - Les flux de trésorerie d'acquisition d'assurance payés (ou pour lesquels une obligation a été reconnue en application d'une autre norme IFRS) avant la date de transition qui sont alloués au groupe.

30. Annexe C Paragraphe 17 de la norme IFRS 17

1.7.3 L'approche juste valeur

En cas d'insuffisance de données ou de difficultés à obtenir les données nécessaires à la mise en œuvre de l'approche rétrospective complète ou de l'approche rétrospective modifiée, l'approche de la juste valeur s'impose comme l'ultime solution.

À la différence des approches précédemment évoquées, l'approche de la juste valeur se focalise uniquement sur la détermination de la CSM à la date de transition. Cette méthode implique l'estimation de la juste valeur des contrats à la date de transition (valeur marché de l'actif). Ainsi, la CSM est calculée comme étant la différence entre la juste valeur et les FCF.

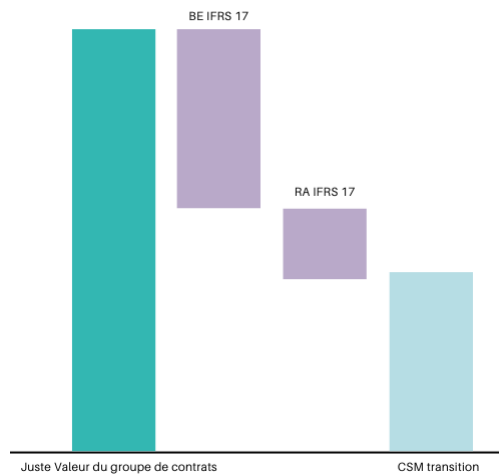


FIGURE 1.14 – Fair Value Approach

Chapitre 2

La mutualisation financière sous IFRS 17

2.1 La mutualisation en assurance vie

L'assurance est un mécanisme qui permet de transférer le risque de perte financière de l'assuré vers la compagnie d'assurance. Pour assurer leur viabilité à long terme, les compagnies d'assurance s'efforcent de maintenir un équilibre entre les indemnités qu'elles versent et les primes qu'elles perçoivent. Cet équilibre s'appuie sur un principe fondamental : la mutualisation.

La mutualisation est le processus qui consiste à mettre en commun les primes de plusieurs assurés pour créer un fonds utilisé pour la couverture d'assurance. En regroupant ainsi les primes, l'assureur répartit le risque sur un large éventail d'individus. Par conséquent, les primes perçues auprès de la majorité servent à couvrir les sinistres d'une minorité, ce qui permet à l'assureur de gérer efficacement les coûts liés aux indemnités.

Dans le contexte de l'assurance vie, notamment pour les contrats qui comprennent une composante épargne, les primes versées ont une double fonction. Elles servent non seulement à couvrir les risques tels que le décès ou la longévité, mais aussi à effectuer des investissements financiers, agissant en quelque sorte comme un compte d'épargne rémunéré, générant ainsi un rendement financier.

C'est dans ce cadre spécifique de l'assurance vie sur support en euros que nous évoquons le concept de mutualisation financière. Les primes versées par l'ensemble des assurés sont investies collectivement, constituant ainsi un pool de ressources géré en commun. Les gains réalisés sur ces placements sont ensuite répartis entre tous les assurés, ce qui illustre le mécanisme de mutualisation financière.

Pour formaliser mathématiquement le concept de mutualisation financière en assurance vie, considérons P , l'ensemble des groupes de contrats d'assurance, où chaque groupe i est associé à un ensemble de contrats P_i . Chaque portefeuille i contribue avec un flux de primes qui constitue son épargne $E_i(t)$ qui est investie dans un pool d'actifs commun, noté \mathcal{A} .

Ce portefeuille d'actifs \mathcal{A} est constitué de m classes d'actifs différentes, notées A_j pour $j = 1, 2, \dots, m$. Chaque classe d'actifs A_j a un poids β_j dans le portefeuille total, de telle sorte que la somme des poids est égale à l'unité :

$$\sum_{j=1}^m \beta_j = 1, \quad \beta_j \geq 0$$

Le rendement global $R(t)$ du pool \mathcal{A} pour l'année t est une fonction de la performance de chaque classe d'actifs :

$$R(t) = \sum_{j=1}^m \beta_j r_j(t)$$

où $r_j(t)$ représente le rendement de la classe d'actifs A_j pour l'année t .

Ce rendement global¹ $R(t)$ est ensuite réparti entre les différents portefeuilles de contrats. La part du rendement attribuée à une génération i pourrait être déterminée par une fonction de distribution $f(E_i(t), C_i(t))$. Cette fonction pourrait prendre en compte différents facteurs, tels que le montant de l'épargne E_i , et $C_i(t)$ les conditions contractuelles spécifiques au portefeuille i , ainsi que l'algorithme de PB, pour calculer le rendement distribué à chaque génération :

$$R_i(t) = f(E_i(t), C_i(t))$$

Suite à la distribution des rendements du portefeuille d'actifs \mathcal{A} , l'épargne mise à jour du portefeuille i est donnée par :

$$E_i(t+1) = E_i(t) + R_i(t)$$

1. Pour simplifier, nous supposons que l'intégralité du rendement est attribuée aux assurés.

2.2 Mécanismes de mutualisation

2.2.1 Financement des TMG

Comme précédemment énoncé, dans le contexte de l'assurance vie, en particulier pour les contrats comportant une composante épargne, les primes versées par les assurés sont investies dans un ensemble consolidé d'actifs financiers, dans un processus connu sous le nom de mutualisation financière.

Pour l'assureur, ce pool combiné sert de fonds d'investissement commun. Les rendements générés par ces investissements, appelés production financière, sont en premier lieu destinés à couvrir les obligations minimales de l'assureur (IT) à l'égard de chaque assuré.

Ce mécanisme de mutualisation financière s'articule autour d'une stratégie collective où, plutôt que d'affecter la production financière générée par chaque cohorte à couvrir uniquement les intérêts techniques propres à celle-ci, la totalité de la production financière accumulée est utilisée de manière globale pour répondre aux obligations minimales de l'assureur de toutes les cohortes. Cette approche permet de fusionner les rendements de toutes les cohortes, les employant collectivement pour satisfaire les exigences techniques de manière globale.

Désignons par N le nombre de cohortes pour l'année M . Les montants correspondant aux intérêts techniques pour chaque cohorte seront représentés par $X_1^M, X_2^M, \dots, X_N^M$. La somme totale des intérêts techniques engendrée par l'ensemble du portefeuille se calcule comme suit :

$$IT^{Coll} = \sum_{i=1}^N X_i^M$$

C'est ainsi que, la production financière provenant des primes investies par tous les assurés est utilisée conjointement pour répondre aux besoins minimaux de l'assuré. Il s'agit d'une forme de mutualisation par laquelle tous les assurés contribuent et bénéficient collectivement des résultats des investissements de l'ensemble du fonds.

Exemple

Considérons un exemple dans lequel il existe deux générations de contrats d'assurance. La première génération a des provisions mathématiques de 15.000, avec un TMG de 2,5 %. La deuxième génération a des provisions mathématiques de 10.000 et un TMG de 0 %.

Prenons le cas où les contrats de la première génération ont été ajoutés au portefeuille dans un contexte d'augmentation des taux d'intérêt, tandis que les contrats de la deuxième génération ont été souscrits lors d'une période de baisse de taux. Cela impliquerait que, par rapport aux obligations accessibles à la deuxième génération de contrats, les primes de la première génération ont été investies dans des obligations offrant des rendements plus élevés. Par conséquent, la première génération de contrats a une production financière totale de 300 alors que la deuxième génération n'a qu'une production financière de 200. Par simplification, on considère que 100% des produits financiers sont redistribués.

PM	TMG	IT attendu	Production financière	IT servi	Coûts FP Total	PB versée
15000	2.5%	375	300	375	75	0
10000	0%	0	200	0	0	200

TABLE 2.1 – Traitement ligne à ligne des différentes générations : Cas sans mutualisation

PM	TMG	IT attendu	Prod. fin. totale	IT servi	Coûts FP Total	PB versée
15000	2.5%	375	500	375	0	0
10000	0%	0		0		125

TABLE 2.2 – Vision agrégée des différentes générations : Cas avec mutualisation

Dans le scénario sans mutualisation (illustré dans le tableau 2.1), la production financière de la première génération est insuffisante pour couvrir les obligations liées au TMG. Par conséquent, l'assureur est contraint de puiser dans ses propres fonds pour honorer ces engagements.

En revanche, le cas mutualisé présente une configuration différente. Comme le montre le tableau 3.2, l'assureur dispose d'une production financière totale de 500, qui représente l'ensemble des rendements produits par les actifs dans lesquels sont investies les primes des deux générations. Celle-ci est d'abord employée pour répondre aux engagements obligatoires, qui sont représentés par le TMG. Une fois ces obligations remplies, l'assureur utilise ce qui reste de la production financière pour distribuer les PB.

En comparant les cas mutualisé et démutualisé, on pourrait avancer qu'un montant de 75 a été transféré des PB de la deuxième génération afin de satisfaire les intérêts de la première génération. Ainsi, c'est grâce à ce mécanisme de mutualisation que l'assureur peut faire face à ses engagements sans avoir à solliciter ses fonds propres.

2.2.2 Mutualisation de la PPB

La mise en œuvre des Provisions pour Participation aux Bénéfices (PPB) est un dispositif essentiel des contrats d'assurance-vie. Ce mécanisme repose sur la non-distribution immédiate de l'ensemble des profits. Ces bénéfices réservés seront ensuite distribués aux assurés de façon progressive, généralement par le biais d'une revalorisation du contrat. Ce système a pour but de lisser le taux de revalorisation sur plusieurs années, permettant ainsi d'atténuer l'impact des variations des marchés financiers sur les rendements attribués aux assurés.

Dans le cadre de la mutualisation, la gestion de la PPB s'effectue de manière globale et non sur une base individuelle. Cela signifie que la PPB est calculée sur l'ensemble des générations en tant que pot commun. Par conséquent, lorsqu'il s'agit de distribuer les PB, l'assureur a une certaine discrétion qui lui permet de choisir la manière dont ces fonds sont répartis entre les différentes générations de contrats.

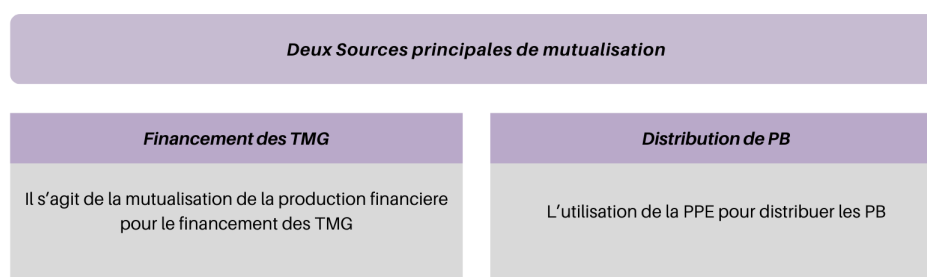


FIGURE 2.1 – Les principales sources de mutualisation

2.3 La mutualisation financière au sein de la norme IFRS 17

Bien que la norme IFRS 17 ne définisse pas spécifiquement le terme "mutualisation", elle fait référence à ce concept sous le couvert du "Risk sharing". Ce mécanisme se caractérise par le fait qu'un vaste groupe d'assurés se réunit pour jouer le rôle de tampon et absorber les pertes en cas d'événements inattendus. Grâce à cet arrangement, les assurés peuvent partager l'impact financier d'événements défavorables, ce qui permet de répartir efficacement le risque. Dans ce système, l'assureur n'intervient que lorsque la capacité des assurés à absorber les pertes atteint sa limite.

La norme IFRS 17 illustre la mutualisation comme un principe se rapportant aux contrats d'assurance qui ont un impact sur les flux de trésorerie d'autres contrats d'assurance. Ceci est vérifié si les conditions suivantes sont vérifiées² [1] :

- Les titulaires d'un groupe de contrat partagent les rendements d'un ensemble déterminé d'éléments sous-jacents avec les titulaires d'autres contrats d'assurance, et
- Ce partage peut se faire de deux manières :
 - Les titulaires du premier groupe supportent une réduction de leurs parts des rendements des éléments sous-jacents en raison de paiements aux autres titulaires faisant partie de ce pool.
 - Les titulaires des autres contrats supportent une réduction de leurs parts des rendements des éléments sous-jacents en raison de paiements aux titulaires des contrats du premier groupe

Une fois le concept défini, la norme traite la manière dont les flux et les effets de la mutualisation doivent être traités. Elle stipule que si l'on s'attend à ce qu'un groupe de contrats génère des flux de trésorerie qui seront versés aux assurés d'un autre groupe, ces flux de trésorerie doivent être comptabilisés par le groupe d'origine, et non par le groupe d'assurés qui recevra les versements. Cette notion est valable même si les versements sont prévus pour les futurs assurés³ [1].

Cette prise en compte des futurs assurés est indispensable, surtout lorsque l'entité possède un pouvoir discrétionnaire sur les paiements des PB. Cette flexibilité dans le calendrier des paiements peut entraîner un transfert des rendements générés par les actifs sous-jacents des générations actuelles, aux assurés qui adhèrent à l'entité ultérieurement.

Afin de mieux expliquer le paragraphe B68 de la norme IFRS 17, on peut se baser sur l'exemple suivant :

Exemple

Nous examinerons deux groupes de contrats qui partagent les mêmes actifs sous-jacents et la production financière générée par ces actifs. Notre analyse comparera la pratique existante dans le cadre de la mutualisation avec les changements requis pour se conformer aux lignes directrices de la norme IFRS 17. La figure suivante dépeint cette comparaison.

2. Annexe B Paragraphe 67 de la norme IFRS 17

3. Annexe B Paragraphe 68 de la norme IFRS 17

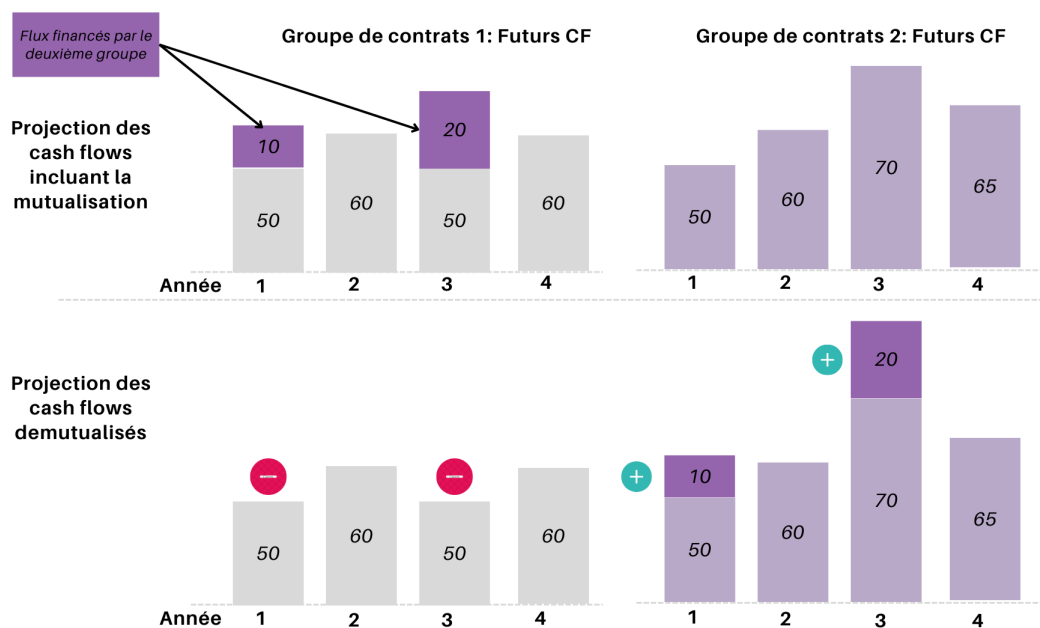


FIGURE 2.2 – Illustration de la démutualisation entre deux groupes sous IFRS 17

La partie supérieure de la figure 2.2 illustre le processus de mutualisation tel que défini par la norme IFRS 17. Le deuxième groupe subit une réduction des revenus financiers, laquelle est redistribuée au premier groupe. En d'autres termes, le premier groupe tire profit de la production financière du second groupe. Ce transfert de rendement se concrétise par une augmentation des flux de trésorerie pour le premier groupe et une réduction correspondante pour le second groupe.

La section inférieure de la Figure 2.2 illustre les flux de trésorerie que chaque groupe de contrats devrait comptabiliser conformément à la norme IFRS 17. Cette représentation traduit un scénario de démutualisation où aucune production financière n'est partagée entre les groupes. Autrement dit, l'effet de mutualisation provenant du deuxième groupe de contrats n'est pas inclus dans les flux de trésorerie futurs du premier groupe de contrats, mais est réaffecté au groupe d'origine.

2.4 La mutualisation intergénérationnelle

Au cours de différentes périodes économiques, caractérisées par des taux d'intérêt en hausse ou en baisse, les obligations acquises lors de la souscription de chaque génération de contrats peuvent présenter des rendements variables. Ces rendements sont intrinsèquement liés au climat économique de la période d'acquisition. Ainsi, durant une période où les taux d'intérêt augmentent, les obligations acquises pendant cette période peuvent générer des rendements élevés. Inversement, lors d'une période de réduction des taux d'intérêt, les obligations acquises à ce moment peuvent se traduire par des rendements nettement plus faibles.



FIGURE 2.3 – Évolution du rendement des OAT de maturité 10 ans
Source : Trading Economics

Si l'on suppose que les actifs de chaque génération de contrats sont gérés indépendamment, l'assureur se trouve face à un risque : les rendements des actifs, liés aux générations de contrats souscrites pendant des périodes de faibles taux d'intérêt, pourraient ne pas suffire pour satisfaire les intérêts techniques correspondant à chaque génération de contrats. Dans un tel contexte, l'assureur pourrait être contraint de puiser dans ses réserves. Ce scénario pourrait également avoir pour effet de rendre ces contrats peu attractifs pour les clients potentiels, car ils offriraient des taux minimaux garantis (TMG) très faibles.

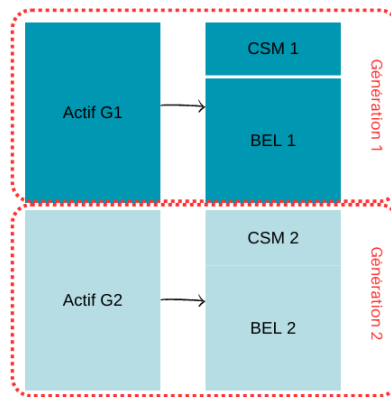


FIGURE 2.4 – Générations de contrats démutualisés

Pour pallier ce problème, une solution envisageable, qui est déjà pratiquée dans le secteur de l'assurance, consiste à consolider les actifs des différentes générations de contrats, ce qui permet d'obtenir un portefeuille composé d'obligations à coupons élevés et à coupons faibles. Cette mutualisation des actifs et de leurs rendements pourrait par conséquent augmenter le taux servi pour certaines générations de contrats et éviter à l'assureur d'avoir à épuiser ses fonds propres. C'est dans ce contexte que l'on fait référence à la mutualisation intergénérationnelle.

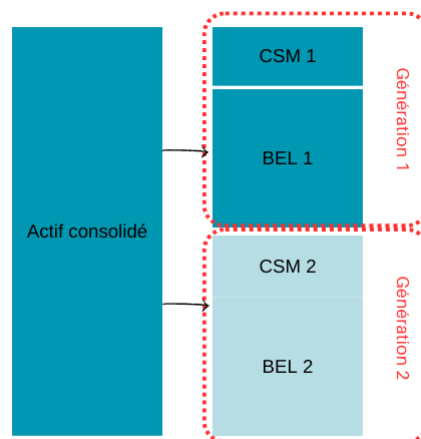


FIGURE 2.5 – Mutualisation intergénérationnelle

2.5 La mutualisation intergénérationnelle dans le cadre de l'IFRS 17

Comme discuté dans le chapitre précédent, l'un des aspects essentiels de l'IFRS 17 concerne l'agrégation des contrats d'assurance. Cette agrégation se matérialise par un regroupement de contrats d'assurance, mis en œuvre sur la base de plusieurs critères, notamment la cohorte à laquelle chaque contrat appartient. Cette approche sous l'IFRS 17 a pour objectif de fournir une information plus granulaire et plus transparente sur la rentabilité des différents groupes de contrats à travers le temps.

Cependant, cette exigence pose un défi particulier pour les compagnies d'assurance, en particulier dans le cadre de la mutualisation intergénérationnelle. En effet, la norme stipule que chaque groupe de contrats doit être comptabilisé séparément, une approche qui va à l'encontre des pratiques des assureurs qui s'appuient sur le principe de mutualisation. Par conséquent, l'assureur se voit contraint de modéliser et présenter ses résultats financiers comme s'il opérait une gestion individuelle de chaque groupe de contrats. L'application de cette gestion par cohorte se révèle donc complexe, étant donné l'écart notable qu'elle introduit par rapport au principe de mutualisation.

Malgré cette exigence stricte de comptabilisation, l'IASB reconnaît qu'elle n'implique pas nécessairement une gestion indépendante de chaque cohorte dans la pratique. La norme IFRS 17, bien qu'elle préconise le regroupement des contrats en cohortes annuelles pour le reporting, ne dicte pas la manière dont ces cohortes doivent être gérées opérationnellement. Ceci est particulièrement pertinent lorsqu'il s'agit de la mutualisation intergénérationnelle. L'objectif principal de l'IASB est que les résultats comptables, quelle que soit la méthode de gestion utilisée, reflètent fidèlement ce que l'on obtiendrait si chaque contrat était géré de manière indépendante⁴ [3]. Ainsi, la norme laisse une certaine flexibilité aux assureurs dans la gestion pratique des cohortes tout en veillant à la transparence et à l'intégrité des rapports financiers.

Tenant compte de cette mutualisation intergénérationnelle et des exigences de gestion granulaire introduites par l'IFRS 17, nous nous retrouvons dans un contexte similaire à celui exploré précédemment dans la section 2.3. Dans ce cadre, pour respecter l'esprit de la norme, il est nécessaire d'ajuster les flux de trésorerie échangés entre les différentes générations de contrats d'assurance. Cela signifie que ces flux doivent être réattribués aux générations de contrats qui ont généré ces flux financiers. Cette pratique assure que, sur le plan comptable, les comptes reflètent une gestion indépendante de chaque cohorte de contrats, comme l'exige l'IFRS 17, tout en tenant compte de la réalité opérationnelle de la mutualisation intergénérationnelle.

4. IFRS 17.BC175

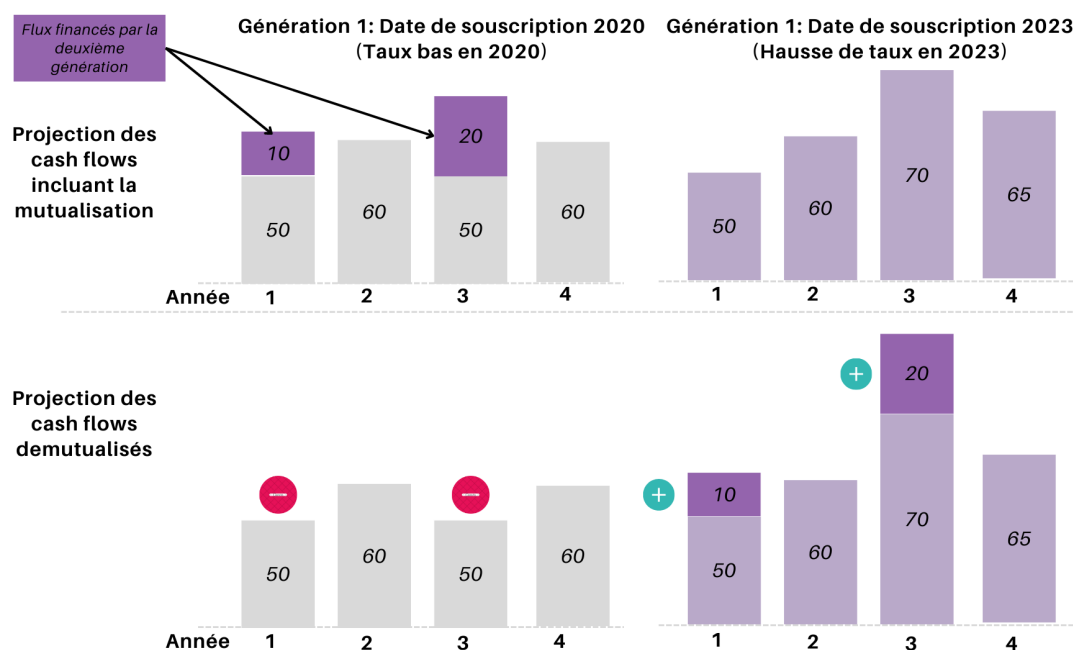


FIGURE 2.6 – Traitement de la mutualisation intergénérationnelle

2.6 Méthodes pratiques de démutualisation

Bien que le processus de démutualisation, impliquant la correction des flux de trésorerie échangés entre différentes générations de contrats, semble théoriquement simple, sa mise en œuvre pratique s'avère complexe. En particulier, étant donné que ces échanges intergénérationnels se produisent implicitement dans le cadre du modèle ALM, l'identification et la quantification précises de ces flux de trésorerie posent un problème complexe. Les subtilités inhérentes au modèle ALM et la nature entrelacée des interactions financières intergénérationnelles compliquent l'isolement et la mesure exacts de ces flux.

Devant la complexité inhérente à la démutualisation intergénérationnelle, il est essentiel d'examiner diverses approches permettant la démutualisation intergénérationnelle. Dans cette section, nous présenterons trois méthodes distinctes qui offrent des perspectives différentes pour gérer ce processus. Chacune de ces méthodes propose une stratégie unique pour répondre aux défis liés à l'évaluation et la quantification de financement entre les différents groupes de contrats.

2.6.1 Méthode marginale

L'approche marginale sert à évaluer le financement dû à la mutualisation entre différentes générations de contrats d'assurance. Cette évaluation se fait en calculant la différence entre le BE d'une génération donnée quand l'assureur valorise le BE du portefeuille globale, et le BE de la même génération quand l'assureur valorise le BE du portefeuille excluant les nouveaux contrats.

On peut formaliser mathématiquement cette notion en introduisant l'ensemble P , représentant l'ensemble des générations de contrats de l'assureur, et G , un sous-ensemble de générations de P . Ainsi, pour mesurer l'effet de mutualisation de G sur le sous-ensemble $H \in P \setminus G$, la formule suivante est utilisée :

$$M_P^{marginale}(G, H) = BE_{P \setminus G}(H) - BE_P(H) \quad (2.1)$$

où

- $BE_P(H)$ correspond au BE du groupe H lorsque l'assureur valorise ses engagements envers l'ensemble P .
- $BE_{P \setminus G}(H)$ correspond au BE du groupe H lorsque l'assureur valorise ses engagements envers l'ensemble $P \setminus G$.

Une valeur positive de l'effet de mutualisation signifie que l'ensemble G , bénéficie de la mutualisation au détriment de l'ensemble H . Par conséquent, la présence de cet ensemble dans le portefeuille entraîne une réduction du Best Estimate du groupe H .

Lorsque le portefeuille comprend plusieurs générations, il devient nécessaire de calculer les interactions entre toutes les générations de contrats pour capturer l'ensemble des effets de mutualisation. Pour ce faire, on commence par définir C_k comme la cohorte souscrite durant l'année $k = 1, \dots, N$. Nous évaluons ensuite l'effet de mutualisation de chaque cohorte C_k sur les générations précédentes.

On commence donc par mesurer l'effet de mutualisation de la génération la plus récente C_N sur les générations préexistantes dans le portefeuille durant l'année N . Cet effet est évalué en utilisant l'approche marginale précédemment définie, et exprimons cet effet à travers la formule $M_P^{marginale}(C_N, \cup_{j=1}^{N-1} C_j)$, illustrant ainsi l'impact de C_N sur la combinaison des générations de C_1 à C_{N-1} .

Poursuivant cette méthodologie, nous examinons ensuite la génération C_{N-1} pour déterminer son impact sur les générations encore plus anciennes. Cela est réalisé en calculant $M_{P \setminus C_N}^{marginale}(C_{N-1}, \cup_{j=1}^{N-2} C_j)$, permettant ainsi d'appréhender l'influence de C_{N-1} , en l'absence de C_N , sur l'ensemble des générations de C_1 à C_{N-2} .

Nous continuons ainsi à quantifier l'impact des générations plus anciennes, en appliquant progressivement la formule $M_{P \setminus \cup_{j=k+1}^N C_j}^{marginale}(C_k, \cup_{j=1}^{k-1} C_j)$ pour chaque cohorte C_k .

2.6.2 Méthode standalone

La méthode standalone quantifie l'effet de mutualisation d'une génération G par la différence entre le BE de cette génération quand elle est évaluée dans le contexte de l'ensemble du portefeuille P et le BE de cette génération lorsqu'elle est la seule présente dans le portefeuille. L'effet de mutualisation du groupe G est donc exprimé comme suit :

$$M_P^{standalone}(G, H) = BE_P(G) - BE_G(G) \quad (2.2)$$

où

- $BE_P(G)$ correspond au BE de la génération G lorsque l'assureur valorise ses engagements envers l'ensemble P .
- $BE_G(G)$ correspond au BE de la génération G lorsque l'assureur valorise ses engagements uniquement sur G .

De façon analogue à la méthode marginale, lorsque le portefeuille englobe plusieurs générations, nous procédons au calcul de l'effet de mutualisation de chaque cohorte sur les générations antérieures. Cette évaluation est réalisée en utilisant la formule $M_{P \setminus \cup_{j=k+1}^N C_j}^{standalone}(C_k, \cup_{j=1}^{k-1} C_j)$.

2.6.3 Méthodes d'allocation de capital

La troisième approche consiste à reformuler la problématique de quantification d'interfinancement en un problème d'allocation de la production financière entre les différentes générations. En effet, plutôt que de chercher à identifier et quantifier ces échanges intergénérationnels, ce qui s'avère être une tâche complexe et délicate compte tenu des subtilités du modèle ALM, nous pourrions envisager de transformer ce défi en une question d'allocation de la production financière.

Cette reformulation du problème est en parfaite conformité avec les directives de la norme IFRS 17. En effet, cette dernière stipule que différentes approches pratiques peuvent être utilisées pour déterminer les flux de trésorerie des groupes de contrats qui affectent ou sont affectés par les flux de trésorerie des contrats d'autres groupes. Bien que la norme ne décrive pas une approche pratique pour estimer les flux de trésorerie dus au partage des risques, elle mentionne explicitement une approche approximative et simplifiée. Cette approche implique d'estimer, à un niveau supérieur à celui requis pour l'agrégation, le rendement du pool d'actifs, puis d'allouer de manière systématique et rationnelle ce rendement à chaque groupe de contrats⁵ [1].

5. Annexe B Paragraphe 70 de la norme IFRS 17

En reformulant ainsi le problème, nous établissons un cadre qui a le potentiel de faciliter la gestion de la démutualisation d'une manière plus structurée. L'approche d'allocation rationnelle de la production financière pourrait servir d'instrument pratique pour naviguer à travers les exigences de la norme IFRS 17. Cependant, elle nécessite une mise en œuvre réfléchie et précise pour assurer une gestion adéquate des flux de trésorerie entre les différentes générations de contrats.

Chapitre 3

Allocation de capital

3.1 Principe

En termes généraux, le concept d'allocation consiste à retracer les étapes d'un processus d'agrégation, mais en sens inverse. Au cœur de son fonctionnement, l'allocation adopte une approche descendante. Elle part d'un résultat consolidé, fruit de la contribution d'une multitude de sous-ensembles. L'objectif est alors de distribuer des portions de ce résultat agrégé à chaque sous-ensemble individuel de manière à refléter ce que chaque sous-ensemble aurait apporté si le processus avait été mené individuellement, sans aucune interaction ou interdépendance entre eux.

Le concept d'allocation, loin d'être limité à un domaine ou à une discipline spécifique, présente une applicabilité étendue. En effet, lorsque nous évoquons l'allocation de capital, nous faisons référence à la répartition d'un "capital" total entre diverses unités. Ces unités peuvent représenter diverses entités telles que les différents départements d'une organisation, les diverses composantes d'un segment de risque, ou même des individus ayant droit à des avantages tels que des primes. Un exemple concret peut être des passagers d'un taxi cherchant à diviser de façon équitable le coût de la course, ce qui constitue en soi un acte d'allocation. En fin de compte, le principe d'allocation cherche à distribuer une "ressource" ou un "capital" de manière à refléter précisément la part ou la contribution équitable de chaque unité.

De même, le terme 'capital' peut englober une multitude de notions. Dans le cadre de cette étude, nous nous référons à la répartition de la production financière ou des ressources financières entre différentes générations de contrats. Cela peut être interprété comme le processus de mutualisation inverse où nous tentons de décomposer et d'allouer la production financière consolidée aux différentes générations de contrats. Cependant, ce concept est tout aussi applicable dans d'autres contextes, par exemple pour la répartition des bénéfices entre différentes divisions d'une entreprise ou la répartition des pertes.

Avant de présenter un aperçu des principales méthodes d'allocation du capital, il est nécessaire d'introduire quelques concepts et définitions. Tout cela s'inscrit dans le cadre de la démutualisation selon l'IFRS 17, où chaque génération de contrats se voit attribuer sa part appropriée de la production financière en fonction de sa contribution individuelle.

3.2 Notations

Ainsi, pour parvenir à une allocation adéquate entre les différentes générations de contrats, nous nous appuyons sur un ensemble de notations clés. Ces éléments, qui seront détaillés ci-après, constituent les fondations de notre processus d'allocation :

- $N = \{1, 2, \dots, n\}$ représente un ensemble fini de n générations ;
- α est une variable aléatoire qui représente les ressources financières distribuées ;
- λ représente la méthode d'allocation cohérente utilisée ;
- X représente l'ensemble des générations ;
- X_i représente la génération i ;
- $\alpha(X)$ représente l'ensemble des ressources financières distribuées à l'ensemble des générations ;
- $\alpha(X_i)$ désigne les ressources financières affectées à une génération de contrats i évalué en stand alone¹ ;
- $\alpha^\lambda(X_i|X)$ représente la contribution à la production financière globale allouée, déterminée en fonction de la méthode d'allocation λ . Cette contribution peut être vue comme la part de la production financière globale attribuée à chaque génération de contrats en fonction de la méthode d'allocation utilisée.
- A représente l'ensemble des principes d'allocation composé des paires (N, α)

Definition 1 *Un principe d'allocation est une fonction $\Lambda(N, \lambda) : A \rightarrow \mathbb{R}$ qui à chaque élément (N, α) de A associe une unique allocation :*

$$\Lambda_{(N, \lambda)} : \alpha \mapsto \begin{bmatrix} \alpha^\lambda(X_1|X) \\ \alpha^\lambda(X_2|X) \\ \vdots \\ \alpha^\lambda(X_3|X) \end{bmatrix} \text{ vérifiant la propriété : } \sum_{i \in N} \alpha^\lambda(X_i|X) = \alpha(X) \quad (3.1)$$

Le concept d'allocation totale souligne le principe selon lequel l'ensemble des ressources financières destinées à l'ensemble des générations sont judicieusement alloué à chaque génération d'entre elles. Cette approche permet d'éviter efficacement toute situation de capital non alloué. Après avoir choisi une méthode d'allocation appropriée, nous pouvons alors aborder le problème de la répartition du capital entre les générations.

1. Il s'agit de la valeur des ressources qui seraient attribuées à une génération précise si le modèle ALM était opéré que pour cette génération spécifique, en préservant toutes les hypothèses identiques (actifs, etc.).

3.3 Principe d'allocation cohérente

Sur la base des mesures de risque cohérentes, Denault (2001) [4] a formulé le concept d'allocation cohérente de capital, en le fondant sur la propriété sous-additive des mesures de risque cohérentes.

Definition 2 Une méthode d'allocation, A , est cohérente si elle satisfait les propriétés suivantes :

- **"No undercut"** :

Pour tout ensemble $S \subseteq N$, on a :

$$\sum_{i \in S} \alpha^\lambda(X_i|X) \leq \alpha(\sum_{i \in S} X_i) \quad (3.2)$$

- **"Symétrie"** : Si en joignant tout sous ensemble $S \subseteq N \setminus \{i, j\}$, les deux générations i et j ont la même contribution, alors $\alpha^\lambda(X_i|X) = \alpha^\lambda(X_j|X)$
- **"Riskless allocation" ou "Allocation sans risque"** : L'allocation de capital à une génération non risquée est nulle.

Une fois la définition d'une méthode d'allocation cohérente établie, il est essentiel de présenter ces propriétés pour clarifier ces concepts et les lier spécifiquement au cadre de la mutualisation.

La première condition de sous-additivité, ou "No undercut", peut ne pas être pertinente dans le cadre de la démutualisation. En effet, une mutualisation plus efficace pourrait générer un surplus de production financière, résultant ainsi en une augmentation de la production financière disponible à distribuer.

La propriété de symétrie, ensuite, illustre l'idée que si deux générations apportent la même contribution marginale à l'ensemble de la production financière, elles doivent recevoir la même allocation. Cela reflète l'idée que l'allocation est basée uniquement sur la contribution individuelle de chaque génération au portefeuille.

Enfin, la propriété d'allocation sans Risque, dans le contexte de l'IFRS 17, stipule que toute génération qui n'apporte pas une contribution significative au risque global du portefeuille ne doit pas recevoir une part de la production financière. Cela concerne en particulier les générations dont tous les contrats sont arrivés à expiration.

3.4 Les méthodes d'allocation

Dans la section précédente, nous avons exploré les principes et notions fondamentaux qui régissent le processus d'allocation. Ayant établi ce socle théorique, nous orientons notre attention vers l'aspect pratique : l'application de ces principes à travers diverses méthodes d'allocation.

Malgré la multitude d'approches disponibles pour l'allocation de la production financière entre les différentes générations, certaines se distinguent par le fait qu'elles sont fréquemment mentionnées dans la littérature académique et dans la pratique. Il s'agit de méthodes conventionnelles que nous nous proposons d'explorer dans cette section. Ces méthodes comprennent :

- La méthode proportionnelle
- La méthode marginale
- La méthode d'Euler
- La méthode de Shapley

Les deux premières méthodes, la méthode proportionnelle et la méthode Marginale, représentent des stratégies d'allocation simplifiées. D'autre part, la méthode d'Euler offre un raffinement de la méthode Marginale par le biais d'une approche continue, offrant une approche plus affinée. Enfin, nous avons la méthode de Shapley, inspirée des principes de la théorie des jeux, apporte une approche plus élaborée et stratégique au processus d'allocation.

Il est essentiel de souligner que les chiffres présentés dans cette section pour illustrer les différentes méthodes sont arbitraires et servent uniquement à des fins d'exemple. Ces chiffres n'ont pas de signification intrinsèque et sont choisis de manière aléatoire. De plus, il convient de noter que ces exemples ne visent pas à établir une comparaison entre les méthodes, mais plutôt à expliquer les approches respectives de chaque méthode.

3.4.1 Méthode proportionnelle

La méthode proportionnelle se distingue par sa simplicité et son intuitivité parmi les diverses méthodes d'allocation. Cette méthode consiste à attribuer la production financière totale à chaque génération en fonction de sa contribution distincte. Notamment, la contribution de chaque génération est déterminée sur la base de la production financière qu'elle atteindrait dans le cas standalone. Ainsi, la production financière allouée à une génération de contrats 'i' est calculée selon la formule suivante :

$$\alpha^{prop}(X_i|X) = \frac{\alpha(X_i)}{\sum_{j \in N} \alpha(X_j)} \times \alpha(X) \quad (3.3)$$

Ainsi, la clé d'allocation à utiliser s'écrit :

$$\omega_i^{prop} = \frac{\alpha(X_i)}{\sum_{j \in N} \alpha(X_j)} \quad (3.4)$$

Malgré sa simplicité apparente, la méthode proportionnelle a ses limites. Bien qu'elle facilite une allocation directe basée sur les contributions individuelles, elle ne prend pas pleinement en compte les avantages potentiels de la diversification ou les profils de risque variables entre les générations. En effet, cette méthode traite uniformément chaque contribution, ignorant les subtilités des différents profils de risque et l'apport marginal de chaque génération sur la performance financière du portefeuille. Par conséquent, bien que cette méthode soit accessible et intuitive, ses hypothèses peuvent conduire à des allocations simplifiées qui pourraient ne pas représenter fidèlement la véritable répartition de la production financière.

Exemple : Application de la méthode d'allocation proportionnelle

Considérons deux générations de contrats, la première ayant une valeur totale de production financière en standalone de 5 000 € et la seconde une valeur totale de 6 000 €. Il est important de souligner que ces évaluations sont effectuées en conservant les mêmes actifs. Seules les générations diffèrent, permettant ainsi de calculer la contribution spécifique de chaque génération. Lorsqu'évaluée dans un cadre de mutualisation, la production financière totale de ces générations s'élève à 7 000 €.

	Production fin. en standalone	Contribution	Production fin. démutualisée
Génération 1	5000	45%	3181.82
Génération 2	6000	55 %	3818.18
Total	11000	100 %	7000

TABLE 3.1 – Exemple d'allocation proportionnelle

La contribution de la première génération 1 se calcule comme suit :

$$\omega_1^{prop} = \frac{5000}{5000 + 6000} = 45\%$$

Ainsi, la part de la production financière allouée à cette génération est calculée comme suit :

$$\alpha^{prop}(X_1|X) = \frac{5000}{5000 + 6000} \times 7000 = 3181.82$$

On procède de façon similaire pour déterminer la contribution et la part de production financière attribuée à la deuxième génération.

3.4.2 Méthode marginale discrète

La méthode marginale, également appelée méthode incrémentale, alloue la production financière totale sur la base de la contribution marginale de chaque génération. En substance, cette méthode calcule la contribution en mesurant la différence entre la production financière allouée à l'ensemble des générations et sa valeur en excluant la génération pour laquelle on calcule la contribution. Pour respecter le principe de "Full Allocation", ces contributions peuvent être normalisées.

Introduisons d'abord la notion d'impact marginal. Désignons par $IM_i(h, N)$ l'effet marginal que produit la génération i sur l'ensemble de la production financière allouée, suite à la cession d'une fraction h de cette génération.

$$IM_i(h, N) = \frac{\alpha(X) - \alpha(X - hX_i)}{h} \quad (3.5)$$

Pour les "générations fractionnables", où une caractéristique peut être modifiée en petites quantités, h est pris comme un changement infiniment petit. Pour les "générations atomiques", qui sont indivisibles, $h = 1$. Dans ce dernier cas, le changement est considéré comme entier pour chaque génération, un trait caractéristique de la méthode marginale discrète.

C'est dans ce contexte spécifique que le changement pour chaque unité est considéré dans son intégralité, reflétant ainsi l'approche adoptée par la méthode marginale discrète.

Introduisons donc la formule des contributions selon cette méthode :

$$\alpha^{marg}(X_i/X) = \frac{\alpha(X) - \alpha(X \setminus X_i)}{\sum_{j \in N} \alpha(X) - \alpha(X \setminus X_j)} \times \alpha(X) = \frac{IM_i(1, N)}{\sum_{j \in N} IM_j(1, N)} \times \alpha(X) \quad (3.6)$$

où $\alpha(X \setminus i)$ représente la production financière de l'ensemble des générations sauf la génération i .

Ainsi, la clé d'allocation a pour expression :

$$\omega_i^{marg} = \frac{\alpha(X) - \alpha(X \setminus X_i)}{\sum_{j \in N} \alpha(X) - \alpha(X \setminus X_j)} \quad (3.7)$$

L'inconvénient de cette méthode est qu'elle se concentre uniquement sur la contribution marginale de chaque génération à l'ensemble, et non à des sous-ensembles. Une répartition plus nuancée pourrait prendre en compte les contributions marginales par rapport à ces sous-ensembles.

Exemple : Application de la méthode d'allocation marginale discrète

Continuons avec l'exemple précédent lié à la méthode proportionnelle. Supposons que $\alpha(X \setminus \text{groupe}_1) = 6000$ et $\alpha(X \setminus \text{groupe}_2) = 5000$.

	Production fin. du portefeuille sans la G. i	Contribution	Production fin. démutualisée
G1	6000	33.33%	2333.33
G2	5000	66.66 %	4666.66
Total	11000	100 %	7000

TABLE 3.2 – Exemple d'allocation marginale

La contribution de la première génération avec la méthode marginale se calcule comme suit (la même procédure est appliquée pour la deuxième génération) :

$$\omega_1^{marg} = \frac{7000 - 6000}{7000 - 6000 + 7000 - 5000} = 33.33\% \quad (3.8)$$

Ainsi, la part de la production financière attribuée à cette génération est déterminée de la manière suivante :

$$\alpha^{prop}(X_1|X) = \frac{7000 - 6000}{7000 - 6000 + 7000 - 5000} \times 7000 = 2333.33$$

3.4.3 Méthode d'Euler

La méthode Euler est l'extension continue de la méthode d'allocation marginale discrète. Malgré sa complexité, elle est largement adoptée pour sa capacité à répartir la production financière totale en fonction de l'impact infinitésimal de chaque génération. Cette caractéristique confère à la méthode Euler une grande précision, permettant ainsi une allocation adaptée de la richesse financière entre les différentes générations.

Ce raffinement est particulièrement évident lorsque l'on compare l'approche d'Euler à celle de la méthode d'allocation marginale discrète. Tandis que cette dernière évalue la contribution d'une génération en la retirant entièrement, la méthode d'Euler applique des variations infinitésimales aux entrées du modèle associées à chaque génération. Ce faisant, elle quantifie l'effet de ces ajustements infimes, offrant une évaluation continue de la contribution de chaque génération.

Introduisons les notations suivantes :

- (u_1, \dots, u_n) des facteurs de normalisation tels que $X(u) = X(u_1, \dots, u_n) = \sum_{j=1}^n u_j X_j$
- $C_\alpha(u)$ une fonction continûment différentiable définie par $C_p(u) = \alpha(X(u))$

La contribution d'une génération selon la méthode d'Euler se détermine de la manière suivante :

$$\alpha^{Euler}(X_i|X) = \frac{\partial C_\alpha}{\partial u_i}(\mathbf{1}) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\alpha(X) - \alpha(X - hX_i)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} IM_i(h, N) \quad (3.9)$$

L'homogénéité du premier degré de la fonction C_α garantit le respect de la propriété de "full allocation". En effet :

$$C_\alpha(u) = \sum_{i=1}^n u_i \frac{\partial C_\alpha}{\partial u_i} \Rightarrow C_\alpha(\mathbf{1}) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial C_\alpha}{\partial u_i}(\mathbf{1}) \quad \text{avec } \mathbf{1} = (\mathbf{1}, \dots, \mathbf{1})$$

Ainsi :

$$\sum_{i=1}^n \alpha^{Euler}(X_i|X) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial C_\alpha}{\partial u_i}(\mathbf{1}) = C_\alpha(\mathbf{1}) = \alpha(X) \Rightarrow \alpha(X) = \sum_{i=1}^n \alpha^{Euler}(X_i|X)$$

Sur la base de la formule générale susmentionnée, la formule d'Euler peut être développée davantage. En effet, on a :

$$\alpha(X - hX_i) = \alpha(X) - hX_i \frac{\partial \alpha(X)}{\partial X_i} + o(h)$$

Ainsi

$$\alpha^{Euler}(X_i|X) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{hX_i \frac{\partial \alpha(X)}{\partial X_i} + o(h)}{h} = X_i \frac{\partial \alpha(X)}{\partial X_i}$$

La méthode Euler évalue aussi la contribution de chaque génération en appliquant une augmentation infinitésimale aux entrées du modèle associées à cette génération :

$$\alpha^{Euler}(X_i|X) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\alpha(X + hX_i) - \alpha(X)}{h} \quad (3.10)$$

Nous désignerons la première approche par "Euler à gauche" 3.9 et la seconde par "Euler à droite" 3.10.

Exemple : Application de la méthode d'allocation marginale continue

Reprenons notre exemple précédent, où la production financière totale allouée au niveau du portefeuille a été déterminée comme étant de 7000. Comme mentionné précédemment, la méthode d'Euler repose sur des variations infinitésimales des entrées de chaque génération. Dans le cadre de notre exemple, c'est sur les provisions mathématiques que nous avons décidé de baser ces variations. Pour illustrer, utilisons des chiffres arbitraires : des provisions mathématiques initiales de 1000 pour la première génération et 2500 pour la seconde.

Supposons qu'on fait augmenter les provisions mathématiques de chaque génération de 5. Cela entraînera une modification de la production financière totale allouée. Il est important de noter que lors de l'ajustement des provisions mathématiques d'une génération, les provisions des autres générations restent inchangées.

	Sensibilité Groupe 1	Sensibilité Groupe 2
G1	1005	1000
G2	2500	2505
Prod. fin totale	7015	7025
Delta Prod. fin	15	25

TABLE 3.3 – Calcul de la variation de la production financière au niveau portefeuille

En se basant sur ces variations dans la production financière, nous allouons la production financière aux différentes générations comme suit :

$$PF_{marginale}(\text{génération } k) = PM_k \frac{\partial PF(\text{portefeuille})}{\partial PM_k}$$

avec :

- PF représente la production financière
- PM_k représente les provisions mathématiques de la génération k
- $\partial PF(\text{portefeuille})$ représente la variation de la production financière totale due à la variation de la PM de la génération k.

Ainsi, on aura :

	PM	PF marginale	PF marginale ajustée
G1	1000	3000	1354.83
G2	2500	12500	5645.17
Total		15500	7000

TABLE 3.4 – Allocation de la production financière

Pour une meilleure compréhension des calculs, nous illustrons la manière dont la production financière marginale du premier groupe a été déterminée :

$$PF_{marginale}(G1) = 1000 \times \frac{15}{5} = 3000$$

La production financière du second groupe est déterminée selon la même méthode et s'élève à 12500 . Il est à noter que la somme des contributions des deux groupes ne totalise pas 7000, qui est la production financière globale à allouer. C'est pour cette raison que nous appliquons des facteurs de normalisation :

$$PF_{\text{marginale_ajt}}(G1) = \frac{3000}{15500} \times 7000 = 1354.83$$

$$PF_{\text{marginale_ajt}}(G2) = \frac{12500}{15500} \times 7000 = 5645.16$$

3.4.4 Méthode de Shapley

La méthode de Shapley, introduite par Lloyd S. Shapley, puise ses racines dans la théorie des jeux coopératifs. Elle est qualifiée de "discrète" parce qu'elle considère les joueurs comme indivisibles. Dans ce contexte, un joueur est soit intégralement membre d'une coalition, soit totalement en dehors. À la différence de la méthode d'allocation marginale discrète, la méthode de Shapley ne se contente pas d'examiner la contribution marginale de chaque génération à l'ensemble mais analyse également leur apport à tous les sous-ensembles possibles[4].

La méthode de Shapley a été conceptualisée à l'origine pour la répartition des coûts entre les joueurs dans les jeux coopératifs. Cependant, sa nature polyvalente lui permet d'être adaptée à divers problèmes d'allocation, y compris la distribution de la production financière totale.

Face à cette adaptabilité, il est pertinent de plonger dans les fondements théoriques de cette méthode. Ainsi, avant d'aborder son application dans le cadre de l'allocation de la production financière, introduisons d'abord les concepts clés de la méthode de Shapley.

Principes et fondements

Un jeu coopératif est un jeu dans lequel les joueurs ont la possibilité de former des coalitions dans le but d'augmenter leurs gains. Un aspect central de cette dynamique est que le gain est réparti à l'échelle de la coalition, et non distribué à chaque joueur individuellement. Pour éclairer davantage ce concept, établissons quelques notations :

- Un ensemble N composé de n joueurs $N = \{1, \dots, n\}$
- Une fonction de coût c qui attribue à chaque sous-ensemble S de N , nommée coalition, une valeur réel $c(S)$ représentant le coût de cette coalition.

Afin de répartir le coût total $c(N)$ sur les joueurs, nous introduirons la notion de la fonction valeur, V . Cette fonction, $V : C \rightarrow \mathbf{R}^n$, associe à chaque fonction de coût C , une allocation unique, assurant ainsi une allocation totale des coûts :

$$V : c \rightarrow V(c) = \begin{bmatrix} c^{alloc(1)} \\ \vdots \\ c^{alloc(n)} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Avec :

- $c^{alloc(j)}$ les coûts alloués à chacun des joueur j
- $\sum_{j \in N} c^{alloc(j)} = c(N)$

La fonction de coût est considérée sous-additive si, pour toutes coalitions S et T d'intersection non vide, $c(S \cup T) \leq c(S) + c(T)$. Cette propriété suggère qu'il est plus avantageux pour les joueurs de coopérer que d'agir individuellement. Dès lors, en supposant la sous-additivité de la fonction de coût, les joueurs sont naturellement incités à former des coalitions pour bénéficier des avantages de la diversification.

Toutefois, chaque joueur, ayant pour objectif principal de minimiser sa fonction de coût, adopte une stratégie cohérente avec cet impératif. Ainsi, un joueur pourrait refuser d'intégrer une coalition S si le coût qui lui est attribué après la formation de cette coalition dépasse celui qu'il aurait dû supporter en agissant seul. De la même manière, si le coût total attribué aux membres de la coalition dépasse la somme des coûts qu'ils auraient supportés individuellement en dehors de cette coalition, les joueurs pourraient remettre en question la pertinence de maintenir cette coalition.

C'est dans ce contexte que la méthode de Shapley intervient comme un outil d'évaluation. Elle permet à chaque joueur d'anticiper les bénéfices qu'il pourrait retirer en décidant de participer au jeu. La méthode prend en compte les joueurs dans un ordre aléatoire, attribuant à chacun sa valeur marginale en fonction de la coalition constituée des individus sélectionnés avant lui. En effet, lors de l'intégration d'un joueur i à une coalition S , ce joueur reçoit un coût marginal évalué par la différence $c(S \cup i) - c(S)$. Or, la spécificité de ce coût marginal est qu'il fluctue en fonction de la position du joueur lors de la construction séquentielle de la coalition.

Pour mieux comprendre cette dynamique, considérons un exemple simple avec un jeu à deux joueurs et en supposant que la fonction des coûts est sous-additive. Si l'on prend la séquence $\{1\} \rightarrow \{1, 2\}$ les coûts attribués sont : $c_1 = c(1)$ et $c_2 = c(1, 2) - c(1)$. En revanche, en suivant la séquence $\{2\} \rightarrow \{1, 2\}$, les coûts se modifient pour devenir $c_1 = c(1, 2) - c(2)$ et $c_2 = c(2)$.

Devant cette variabilité des coûts marginaux en fonction de l'ordre d'intégration, il est nécessaire d'établir certaines bases. À cet égard, deux hypothèses clés sont formulées :

- H1 : L'intégration des joueurs dans une coalition se fait selon un ordre probabiliste, garantissant que chaque séquence d'arrivée est aussi probable que les autres.
- H2 : Toutes les coalitions sont possibles et équiprobables.

À partir de ces hypothèses, nous pouvons clairement identifier les séquences possibles d'intégration des joueurs dans les coalitions. Pour un joueur i , avant son intégration à une coalition, il existe $(\#(S) - 1)!$ ordres d'entrée possibles pour les joueurs de $S \setminus X_i$. Après l'intégration de i , les séquences possibles pour l'entrée des joueurs restants sont au nombre de $(n - \#(S))!$. Ainsi, le joueur i est exposé à $(\#(S) - 1)!(n - \#(S))!$ différents scénarios lui permettant de percevoir sa contribution marginale $c(S) - c(S \setminus X_i)$.

Si l'on étend cette analyse à toutes les coalitions incluant le joueur i et qu'on divise par le nombre total d'ordres possibles d'entrée des joueurs, on obtient une moyenne des contributions marginales du joueur i à l'ensemble des coalitions de N .

Ainsi, la valeur de Shapley d'un jeu coopératif pour un individu i est alors définie comme suit :

$$c_i = \sum_{S \in D_i} \frac{(|S| - 1)!(n - |S|)!}{n!} [c(S) - c(S \setminus X_i)] \quad (3.12)$$

avec :

- $i \in N$.
- $|S|$ est le cardinal de S .
- D_i est l'ensemble des coalitions contenant i .

Lien avec la problématique d'allocation de la production financière

La méthode de Shapley peut être adaptée pour répondre à la problématique de l'allocation de la production financière en considérant :

- Les participants d'un jeu coopératif comme différentes générations.
- La fonction de coût comme une représentation de la production financière générée.

La valeur de Shapley est alors définie, pour toute coalition S incluse dans N , par la formule ci-dessous :

$$c(S) = \alpha^{Sh}(\sum_{i \in S} X_i) \quad (3.13)$$

Cette méthode représente une avancée par rapport à la méthode marginale en adoptant une perspective plus exhaustive. Elle ne se contente pas d'examiner l'impact marginal de chaque segment de risque au niveau du groupe global, mais considère également chaque sous-groupe possible dans lequel un segment peut être inclus.

La contribution à la production financière d'une génération X_i s'écrit alors comme suit :

$$\alpha^{Sh}(X_i|X) = \sum_{S \in D_i} \frac{(|S| - 1)!(n - |S|)!}{n!} (\alpha(S) - \alpha(S \setminus X_i)) \quad (3.14)$$

$$= \sum_{S \in D_i} \frac{(|S| - 1)!(n - |S|)!}{n!} \times IM_i(1, S) \quad (3.15)$$

Il est important de souligner que l'application de la méthode Shapley requiert l'évaluation de la production financière pour $2^n - 1$ coalitions possibles. Ainsi, le temps de calcul augmente considérablement avec le nombre de générations, ce qui rend la mise en œuvre de la méthode complexe.

Exemple : Application de la méthode d'allocation de Shapley

Nous poursuivrons avec le même exemple précédent, où la production financière totale est de 7000 dans le cas mutualisé.

Dans l'optique de la méthode de Shapley, nous commençons par calculer la production financière allouée à chaque génération en standalone en gardant les mêmes hypothèses. Supposons que cela donne $c(X_1) = 5000$ pour la première génération et $c(X_2) = 6000$ pour la seconde. Cependant, lorsque ces deux générations coopèrent et mutualisent leurs ressources, leur contribution combinée à la production financière s'élève à $c(X_1, X_2) = 7000$.

Dans ce contexte, si la génération 1 intègre le portefeuille en second, après la génération 2, sa contribution marginale sera de $c(X_1, X_2) - c(X_2) = 7000 - 6000 = 1000$. Inversement, si la génération 2 rejoint le portefeuille après la génération 1, sa contribution marginale sera de $c(X_1, X_2) - c(X_1) = 7000 - 5000 = 2000$.

Ces contributions marginales, une fois identifiées, peuvent être utilisées pour allouer la production financière totale via la méthode de Shapley.

	Génération	Contribution marginale	Valeur de Shapley
G1	5000	1000	3000
G2	6000	2000	4000
Total			7000

TABLE 3.5 – Exemple d'allocation selon la méthode de Shapley

On calcule donc la valeur de Shapley comme suit :

$$\alpha^{Shapley}(X_1|X) = \frac{1}{2}c(X_1) + \frac{1}{2}(c(X_1, X_2) - c(X_2)) = \frac{1}{2} \times 5000 + \frac{1}{2} \times 1000 = 3000$$

$$\alpha^{Shapley}(X_2|X) = \frac{1}{2}c(X_2) + \frac{1}{2}(c(X_1, X_2) - c(X_1)) = \frac{1}{2} \times 6000 + \frac{1}{2} \times 2000 = 4000$$

Chapitre 4

La modélisation actif/passif

Dans ce chapitre, nous abordons les nuances de la modélisation actif/passif en mettant en lumière son importance en assurance-vie. Nous décrivons par la suite en détail les phases constitutives d'un modèle ALM.

4.1 L'assurance vie

L'assurance-vie se caractérise par un engagement contractuel où l'assureur s'engage à verser un montant déterminé à un ou plusieurs bénéficiaires en cas d'événements imprévus liés à la durée de vie de l'assuré. Pour bénéficier de cette garantie, l'assuré paie régulièrement une prime. On distingue deux types de contrats d'assurance vie :

- Assurance en cas de vie : Ces contrats stipulent qu'un capital ou une rente sera versé au bénéficiaire si l'assuré est encore en vie à l'échéance du contrat.
- Assurance en cas de décès : ces contrats garantissent le paiement d'un capital ou d'une rente à un bénéficiaire, désigné au moment de la souscription par le souscripteur, en cas de décès de l'assurée avant le terme du contrat.

Lors de la souscription à un contrat d'assurance-vie, l'assuré a la possibilité d'investir sa prime sur un seul support, ou de diversifier ses investissements en répartissant sa prime sur plusieurs supports comme l'euro, les unités de compte et l'eurocroissance. Ces différentes options offrent une gamme variée de rendements et de profils de risque.

Toutefois, bien que l'assurance-vie offre une multitude d'options et de configurations, notre attention, dans le cadre de ce mémoire, se portera spécifiquement sur les contrats d'épargne en euros.

4.2 Contrats d'épargne en euro

Les contrats d'épargne sont une forme de placement financier, offrant un support sur lequel l'assuré peut allouer son épargne. Les fonds de l'assuré sont investis dans un fonds en euros, dont la valeur est réajustée annuellement en fonction du rendement généré par les actifs financiers de l'assureur. Concrètement, cet ajustement est généré par un taux technique (TMG ou Taux Minimum Garanti), auquel s'ajoute un taux de participation aux bénéfices, défini soit par réglementation, soit contractuellement.

4.2.1 Taux technique

Le Taux Minimum Garanti (TMG) est une composante essentielle des contrats d'épargne en euro, définie contractuellement au moment de la souscription. Il s'agit du taux de revalorisation annuel minimum garanti à l'assuré, indépendamment des performances financières réelles de l'assureur. Cette garantie implique que l'assureur est tenu, chaque année, de verser à l'assuré au moins le TMG convenu. Si les rendements des actifs de l'assureur sont inférieurs au TMG promis, l'assureur est alors contraint de puiser dans ses réserves pour respecter cette garantie.

Un des avantages majeurs des contrats d'épargne en euro est la garantie que l'épargne investie ne diminuera jamais, grâce à l'effet cliquet. Le taux technique ne peut pas être inférieur à 0%, et est fixé lors de la souscription en prenant en compte l'environnement économique du moment, les objectifs commerciaux de l'assureur, et doit être conforme à la réglementation en vigueur.

4.2.2 Participation aux Bénéfices

La participation aux bénéfices (PB) est aussi une composante importante des contrats d'assurance, représentant la portion des produits financiers allouée aux assurés en supplément des intérêts techniques. Selon les termes contractuels et réglementaires, cette participation peut être versée immédiatement ou s'étaler sur une période allant jusqu'à 8 ans. En ce qui concerne sa distribution, les intérêts techniques, comprenant le TMG et la PB, doivent atteindre au moins 85% du rendement financier de l'assureur (ou être maintenus à 0% s'il est négatif) et 90% du résultat technique (ou 100% en cas de résultat technique négatif).

Trois principaux types de PB peuvent être identifiés :

- PB réglementaire : cette PB est guidée par des critères réglementaires déterminant le plancher de distribution. Il est pertinent de noter que, dans le cadre de ce seuil réglementaire, l'assureur a la liberté d'allouer de manière discrétionnaire les PB, permettant ainsi de privilégier certains contrats.

- PB contractuel : Au-delà des obligations réglementaires, certains contrats peuvent stipuler des engagements supplémentaires concernant la PB. Ces engagements sont définis lors de la souscription du contrat et peuvent garantir, par exemple, une redistribution d'une portion plus importante des gains financiers que ce qui est réglementairement requis.
- PB discrétionnaire : Il s'agit d'une marge de manœuvre offerte à l'assureur lui permettant d'octroyer des bonus supplémentaires aux assurés. Ces avantages excèdent les cadres réglementaires et contractuels, et servent fréquemment de levier pour retenir ou attirer des clients.

4.3 Modèle ALM

L'assurance vie est caractérisée par des interactions entre l'actif et le passif du bilan. Ces interactions découlent principalement des options et garanties associées aux contrats. Parmi ces garanties, on retrouve des éléments tels que les taux minimums garantis et la participation aux bénéfices qui sont directement influencée par les rendements financiers. Par ailleurs, les assurés ont la possibilité de racheter leur contrat à sa valeur de provision mathématique, calculée à partir de la prime initiale et des revalorisations potentielles. Cette provision est également influencée par les performances financières des primes investies. Pour saisir et gérer ces relations interdépendantes, l'approche ALM est indispensable.

Le modèle ALM fournit une vue anticipée de l'actif et du passif dans un bilan comptable, tout en tenant compte des interactions existantes entre eux. Il se base sur la projection des flux de trésorerie des portefeuilles d'une compagnie d'assurance vie sur un horizon temporel spécifié. Cet outil est crucial pour la gestion et la maîtrise des risques financiers.

Dans le cadre de notre modèle ALM, chaque année est décomposée en trois périodes distinctes. Chacune de ces périodes est structurée autour de plusieurs étapes :

- Début d'année :
 - Initialisation des valeurs de marché et comptable des actifs en début d'année. Ces valeurs en début d'année correspondent aux valeurs en fin d'année n-1.
 - Les éléments du passif, comprenant la provision mathématique (PM), la réserve de capitalisation (RC) et la provision pour participation aux bénéfices (PPB), sont initialisés. Ces valeurs initiales correspondent à celles observées en fin d'année n-1.

- Milieu d'année :
 - Évaluation des prestations découlant de décès, d'échéances de contrats et de rachats ainsi que les intérêts techniques semestriels associés à ces sorties.
 - Projection de l'actif :
 - Évaluation des valeurs de marché des actifs en se basant sur les rendements semestriels, ainsi que les revenus générés par ces actifs, tels que les dividendes, les loyers, etc.
 - Déduction des prestations.
 - Projection du passif :
 - Revalorisation de la PM en se basant sur le TMG semestriel.
 - Déduction des prestations des PM.
 - Revalorisation de la réserve de capitalisation en utilisant les plus ou moins values réalisées suite à la cession des obligations à taux fixe pour financer les prestations.
 - Réallocation :
 - Dans le but d'atteindre l'allocation cible, des opérations de vente et d'achat d'actifs sont réalisés.
 - Suite à la réalisation des plus ou moins values sur les obligations à taux fixe suite à l'étape précédente, la réserve de capitalisation est revalorisée.
- Fin d'année
 - Projection de l'actif :
 - Évaluation des valeurs de marché des actifs en se basant sur les rendements semestriels.
 - Taux de revalorisation des contrats :
 - Détermination du taux servi des contrats en comparant la PB disponible et la PB cible.
 - Projection du passif :
 - Revalorisation de la PM avec le taux servi.
 - Évaluation de la provision aux participations aux bénéficiaires en prenant en compte les rendements financiers et les engagements contractuels envers les assurés.

4.3.1 Modélisation de l'actif

4.3.1.1 Valorisation des obligations

Au sein de notre modèle ALM, nous avons établi plusieurs hypothèses simplificatrices concernant les obligations, notamment :

- L'actif est uniquement constitué d'obligations à taux fixe.
- Ces obligations sont divisibles, permettant ainsi la vente de portions pour financer les besoins en trésorerie.
- La maturité de l'obligation correspond à la date de fin de notre projection.

Dans notre modèle ALM, la valeur de marché des obligations est déterminée en utilisant les GSE de taux selon la méthode suivante :

$$VM_{obligation}(t) = \sum_{j=1}^{j=T-t} \frac{\text{taux coupon} \times VR(t)}{(1+r(t,t+j))^j} + \frac{VR(t)}{(1+r(t,T))^{T-t}} \quad (4.1)$$

où

- $VM_{obligation}(t)$ représente la valeur de marché à l'instant t .
- $VR(t)$ représente la valeur de remboursement à l'instant t .
- $r(t,t+j)$ Correspond au taux forward observé à l'instant initial pour l'intervalle t à $t+j$.
- T Correspond à la maturité de l'obligation.

La détermination de la valeur comptable d'une obligation à un instant t s'appuie sur la formule ci-après :

$$VC^{obligation}(t) = \sum_{j=1}^{j=T-t} \frac{\text{taux coupon} \times VR(t)}{(1+r_j)^j} + \frac{VR(t)}{(1+r_j)^{T-t}} \quad (4.2)$$

où

- r_j représente le taux à l'année j donné par la courbe des taux sans risque.

4.3.1.2 Valorisation des actions

Notre modèle repose sur l'hypothèse que notre actif évolue selon le modèle d'Heston à volatilité stochastique. Sur la base de cette hypothèse, nous avons procédé à la calibration du modèle pour déduire les paramètres les plus adaptés, garantissant ainsi une concordance avec les prix observés sur le marché. Cette étape nous a permis de projeter le rendement du CAC 40 sur la période de projection.

De cette projection, nous calculons la valeur de marché de nos actions (CAC 40) selon l'équation :

$$VM_{action}(t) = n_{cac40}(t) \times S_{cac40}(t-1) \times (1 + rend_{action}(t-1, t) \times (1 - div_{action})) \quad (4.3)$$

avec

- $VM_{action}(t)$ représente la valeur de marché des actions.
- $n_{cac40}(t)$ représente le nombre d'actions du CAC 40 présentes dans le portefeuille.
- $S_{cac40}(t-1)$ représente la cotation du CAC 40 en $t-1$.
- $rend_{action}(t-1, t)$ représente le rendement du CAC 40 sur la période $t-1$ et t .
- div_{action} représente le pourcentage des revenus financiers en investissant en actions.

Parallèlement, la valeur comptable des actions est obtenue en multipliant le prix d'achat de chaque action par le nombre d'actions achetées et en sommant ensuite ces valeurs pour toutes les actions achetées :

$$VC_{action}(t) = \sum_{i=0}^t n(t)^i_{cac40} \times S^i_{cac40} \quad (4.4)$$

avec

- $n(t)^i_{cac40}$ le nombre d'actions CAC 40 achetés à l'instant i et restant dans le portefeuille en t .
- S^i_{cac40} est la cotation du CAC 40 à la date d'achat i .

4.3.1.3 Le cash

L'évolution des investissements génère des flux de trésorerie principalement à travers les coupons issus des obligations et les dividendes des actifs à risque. Ce cash recueillie est ensuite stratégiquement réinvesties, aussi bien dans les actions que dans les obligations, conformément à l'allocation cible préétablie pour chaque catégorie d'actifs.

4.3.1.4 Sorties de cash flows

Au-delà des facteurs économiques, les actifs de notre modèle sont directement affectés par divers événements liés aux assurés. Ces événements comprennent notamment les rachats, les décès, l'arrivée à échéance des contrats, et la perception de nouvelles primes. Face à cela, l'assureur doit souvent mobiliser des ressources en liquidant certains actifs pour honorer ses obligations.

C'est dans ce contexte que se déploie une stratégie de vente d'actifs rigoureusement hiérarchisée. Cette méthodologie privilégie d'abord la liquidation des actifs les plus risqués. Ainsi, l'assureur commence par céder les actions jusqu'à atteindre la limite du possible, soit $\min(VM_{action}, \text{Sorties})$. Si la valeur totale des sorties dépasse la valeur de marché de la totalité des actions, cela signifie que l'ensemble des actions a été vendu. Dans ce cas, pour continuer à financer les sorties, la vente se poursuit avec les obligations, en respectant la limite du possible : $\min(VM_{obligation}, \text{Sorties} - VM_{action})$.

4.3.1.5 Reallocation d'actif

L'étape de réallocation vise à ajuster le portefeuille d'actifs pour se rapprocher de l'allocation cible préétablie par l'assureur. Bien que l'assureur ait défini une quantité cible pour chaque actif devant rester constante pendant toute la période de projection, les actifs connaissent des fluctuations. Ces fluctuations résultent des dynamiques du marché et des besoins en liquidité liés aux sorties de cash flow. Ainsi, la réallocation intervient pour restaurer l'équilibre du portefeuille, en s'assurant que chaque actif reflète la proportion désirée en termes de valeur de marché.

Après avoir pris en compte les mouvements du semestre, notamment l'évolution des actifs et les événements liés aux assurés, nous commençons par établir la valeur de marché totale des actifs :

$$VM_{\text{total}}^i(t) = \sum_{j \in \{\text{action, obligation, immobilier}\}} VM_j^i(t, \text{après événement assuré}) \quad (4.5)$$

Cette valeur sert de base pour établir la valeur de marché cible de chaque actif individuellement :

$$VM_j^i(t, \text{après réalloc}) = \alpha_j \times VM_{\text{total}}^i(t) \quad (4.6)$$

avec α_j représente la proportion cible de l'actif j .

Face à cet objectif, deux scénarios se dessinent :

- Si $VM_j^i(t, \text{après réalloc}) \geq VM_j^i(t, \text{après événement assuré})$, il est nécessaire d'acheter des actifs. La quantité à acheter est déterminée par :

$$Q_j^i = VM_j^i(t, \text{après réalloc}) - VM_j^i(t, \text{après événement assuré}) \quad (4.7)$$

Et la valeur comptable devient :

$$VC_j^i(t, \text{après réalloc}) = VC_j^i(t, \text{après événement assuré}) + Q_j^i \quad (4.8)$$

- Dans le cas opposé, où $VM_j^i(t, \text{après réalloc}) \leq VM_j^i(t, \text{après événement assuré})$, il faut vendre une portion des actifs. La quantité à vendre est :

$$Q_j^i = VM_j^i(t, \text{après événement assuré}) - VM_j^i(t, \text{après réalloc}) \quad (4.9)$$

avec une valeur comptable réajustée :

$$VC_j^i(t, \text{après réalloc}) = VC_j^i(t, \text{après événement assuré}) \times \frac{VM_j^i(t, \text{après réalloc})}{VM_j^i(t, \text{après événement assuré})} \quad (4.10)$$

4.3.2 Modélisation du passif

4.3.2.1 Frais

Dans notre modèle ALM, nous catégorisons divers frais, parmi lesquels :

- Les commissions d'acquisition, destinées à rémunérer les courtiers ou les agents commerciaux pour la souscription de nouveaux contrats.
- Les frais de gestion, qui couvrent les coûts administratifs comme les salaires, les taxes, ainsi que les frais liés à la tenue des comptes pour les encours.
- Les frais liés à la gestion des sinistres, engendrés par les procédures administratives nécessaires pour le règlement des sinistres.
- Les frais associés aux produits financiers.

4.3.2.2 Chargement

Dans le modèle ALM, nous avons intégré deux types de chargements :

- Les chargements d'acquisition qui correspondent aux montants que l'assureur prélève des primes des assurés afin de couvrir les frais liés à l'acquisition du contrat. Ces coûts englobent notamment les commissions d'acquisition ainsi que les dépenses de marketing et de commercialisation. Ces chargements sont exprimés en pourcentage de la prime initiale versée par les assurés.
- Les chargements de gestion qui sont prélevés sur la valeur de la provision mathématique. Ils ont pour but de couvrir les frais d'administration et les frais associés à la gestion des sinistres.

4.3.2.3 Modélisation de la Provision Mathématique

La provision mathématique est une réserve financière constituée par un assureur dans le but de garantir ses engagements futurs envers les assurés. Elle représente l'engagement total de l'assureur envers le souscripteur ou le bénéficiaire du contrat d'assurance. Conformément à l'Article R322-2 du Code des Assurances, cette provision est définie comme la différence entre les valeurs actuelles probables (VAP) des engagements respectifs de l'assureur et de l'assuré.

$$PM = VAP_{\text{assureur}} - VAP_{\text{assuré}} \quad (4.11)$$

Pour les contrats d'épargne en euros, la valeur actuelle probable de l'assuré est considérée comme nulle, rendant ainsi la provision mathématique équivalente au capital de l'assuré. Cette provision indique le montant que l'assureur s'engagerait à remettre à l'assuré en cas de rachat du contrat. Avec le temps, elle évolue en fonction des primes versées, des revalorisations effectuées et des prestations allouées.

Dans notre outil ALM, nous identifions la PM en trois périodes différentes :

- PM début d'année
- PM milieu d'année
- PM fin d'année

4.3.2.3.1 PM début d'année

Au début de l'année, nous considérons que la provision mathématique est équivalente à celle de la fin de l'année précédente (n-1).

4.3.2.3.2 PM milieu d'année

En milieu d'année, la provision mathématique est revalorisé au TMG semestriel. Dans le cadre de notre modèle, pour un scénario donné i , le TMG correspond à :

$$TMG^i(t-1, t) = \min(0, r^i(t-1, t)) \quad (4.12)$$

où $r_i(t-1, t)$ désigne le taux forward sur la période $t-1$ à t pour le scénario i . Ainsi, la provision mathématique en milieu d'année, notée PM_m , est déterminée en se basant sur la provision mathématique en début d'année, PM_d , comme suit :

$$PM_m^i(t-1, t) = PM_d^i(t-1, t) \times (1 + TMG^i(t-1, t))^{\frac{1}{2}} \quad (4.13)$$

Évènements assurés

Après avoir pris en compte les sorties dues aux événements associés aux assurés, la provision mathématique est réajustée. Elle reflète alors l'encours restant pour l'année, une fois que l'assureur a honoré les prestations associées à ces sorties. Dans notre modèle, nous identifions trois principales causes de sorties :

- Échéances de contrats : Lorsqu'un contrat arrive à échéance, l'assureur est tenu de payer la valeur de la provision mathématique associée à ce contrat. Le calcul des prestations pour ces contrats est donné par :

$$\text{Prestations échus}^i(t-1, t) = \sum_{j \in \{\text{nombre de contrats}\}} PM_{m,j}^i(t-1, t) \times \mathbb{1}_{j \text{ arrivant à terme}} \quad (4.14)$$

avec $\mathbb{1}_{\text{arrivant à terme}}$ représente l'indicatrice du nombre de contrats arrivant à terme.

- Décès des assurés : Les prestations liées au décès sont calculées en se basant sur la table de mortalité en usage. Elles sont données par :

$$\text{Prestations décès}^i(t-1, t) = (PM_m^i(t-1, t) - \text{Prestations échus}^i(t-1, t)) \times q_x \quad (4.15)$$

avec q_x la probabilité de décès associée à l'âge moyen du modèle de point considéré.

- Rachats de contrats : Afin de calculer les prestations relatives aux rachats de contrats, nous distinguons deux types de rachats : le rachat structurel et le rachat dynamique. Par ailleurs, le rachat structurel est scindé en deux sous-catégories : le rachat partiel et le rachat total.

Le rachat structurel fait référence au rachat de contrats basé sur les attributs intrinsèques des contrats et des assurés, tels que l'âge, l'ancienneté du contrat, le sexe, la catégorie socioprofessionnelle, et autres critères similaires. Les prestations associées à ce type de rachat sont calculées comme suit :

$$\text{Prestations structurel}^i(t-1, t) = PM_m^i \text{ après décès et échu}(t-1, t) \times \mathcal{X}_{\text{structurel}}(t-1, t) \quad (4.16)$$

avec :

$$\mathcal{X}_{\text{structurel}}(t-1, t) = \mathcal{X}_{\text{partiel}}(t-1, t) + \mathcal{X}_{\text{total}}(t-1, t) \quad (4.17)$$

où

- $\mathcal{X}_{\text{structurel}}(t-1, t)$ taux de rachat structurel sur la période t-1 à t
- $\mathcal{X}_{\text{partiel}}(t-1, t)$ taux de rachat partiel sur la période t-1 à t
- $\mathcal{X}_{\text{total}}(t-1, t)$ taux de rachat total sur la période t-1 à t

Le rachat conjoncturel correspond aux rachats de contrats induits par les variations et évolutions de la conjoncture économique. La décision de rachat de l'assuré peut être motivée par sa perception des taux d'intérêt proposés. Ce type de rachat est modélisé avec la loi ACAM :

$$X_{\text{conjoncturel}}(t-1, t) = \begin{cases} x_{\max} & \text{si } x(t) < \alpha \\ x_{\max} \times \frac{x(t)-\beta}{\alpha-\beta} & \text{si } \alpha \leq x(t) \leq \beta \\ 0 & \text{si } \beta \leq x(t) \leq \gamma \\ x_{\min} \times \frac{x(t)-\gamma}{\delta-\gamma} & \text{si } \gamma \leq x(t) \leq \delta \\ x_{\min} & \text{si } x(t) > \delta \end{cases} \quad (4.18)$$

avec

- $x(t)$ représente l'écart entre le taux servi et l'OAT sur 10 ans.
- α est le seuil à partir duquel les rachats conjoncturels restent stables et sont fixés à x_{\max} .
- β est le seuil d'indifférence lorsque le taux servi diminue, tandis que γ est le seuil d'indifférence lorsque le taux servi augmente.
- δ représente le seuil au-dessous duquel le taux conjoncturel reste constant et égal au taux minimal x_{\min} .

L'ACPR propose les niveaux maximales et minimales, détaillées dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Plafond min	Plafond max	Choix
α	-6%	-4%	-4%
β	-2%	0%	0%
γ	1%	1%	1%
δ	2%	4%	4%
rc min	-6%	-4%	-4%
rc max	20%	40%	40%

TABLE 4.1 – Paramètres de la loi du rachat conjoncturel fournis par l'ACPR

Ainsi :

$$\text{Prestations conjoncturel}^i(t-1, t) = PM_m^i \text{ après décès, échus et rachat structurel}(t-1, t) \times \mathcal{V}_{\text{conjoncturel}}(t-1, t) \quad (4.19)$$

Suite à ces différentes sorties d'assurés, la provision mathématique est recalculée en soustrayant les prestations associées aux sorties de la provision mathématique.

Primes

Les primes, distribuées annuellement, sont ajoutées à la provision mathématique en milieu d'année. Toutefois, des frais d'acquisition sont prélevés sur ces primes pour couvrir les coûts associés avant de les ajouter à la PM :

$$PM^i(t, \text{après primes}) = PM^i(t) + \text{primes}^i(t-1, t) \times (1 - \text{chargement acquisition}) \times N^i(t-1) \quad (4.20)$$

avec $N^i(t-1)$ le nombre d'individus restants dans le modèle de point suite aux sorties.

4.3.2.3.3 PM fin d'année

Versement des intérêts techniques

En fin de l'année, les intérêts techniques sont de nouveau versés, et leur calcul est effectué de la même façon que celui réalisé en milieu d'année.

$$PM_f^i(t-1, t) = PM_m^i(t-1, t) \times (1 + TMG^i(t-1, t))^{\frac{1}{2}} \quad (4.21)$$

Versement de PB

La PB est ensuite déterminée en fonction de la production financière et du taux cible. Nous approfondirons ce point dans la section suivante.

Ainsi, la PM est ajustée comme suit :

$$PM_f^i(t, \text{après produits financiers}) = PM_f^i(t) + \max(PB^i(t-1, t) - TMAG^i(t-1, t), 0) \quad (4.22)$$

Avec :

- $PB^i(t-1, t)$ la participation aux bénéfices pour la période de $t-1$ à t issue du scénario i .

4.3.2.4 Réserve de capitalisation

La réserve de capitalisation est principalement alimentée par les plus ou moins-values générées par la vente des obligations à coupons fixes. Cette alimentation intervient à deux moments : lors de la vente d'actifs pour financer les sorties (liées aux événements des assurés) et lors de la phase de réallocation visant à atteindre l'allocation cible. Cette réserve a été conçue pour éviter que les assurances ne soient tentées de spéculer sur les obligations. Par conséquent, les gains provenant de la vente des obligations ne sont pas comptabilisés dans les résultats, mais sont plutôt orientés vers les réserves de capital. Ces réserves sont essentielles pour couvrir d'éventuelles pertes issues de la vente des obligations.

4.3.2.5 Redistribution des produits financiers

La production financière est déterminée en considérant à la fois les revenus des placements ainsi que les opérations d'achat et de vente d'actifs induites par la sortie des assurés et les étapes de réallocation. Sur cette base, nous déterminons le taux de production financière de la manière suivante :

$$\text{taux}_{pf}^i = \frac{\text{coupon}_t^i + \text{div}_{actions}_t^i + PMVR_{sorties}^i(t) + PMVR_{realloc}^i(t)}{PM^i(t-1)} \quad (4.23)$$

avec :

- coupon_t^i les coupons reçus des placements en obligations à la fin de l'année issue du scénario i .
- $\text{div}_{actions}_t^i$ les dividendes reçus des placements en actions issue du scénario i .
- $PMVR_{sorties}^i(t)$ Les plus ou moins values réalisés suite à la vente d'actions pour financer les sorties de cash flow.
- $PMVR_{realloc}^i(t)$ Les plus ou moins values réalisés suite au réallocations effectuées en premier et deuxième semestre.
- $PM^i(t-1)$ la provision mathématique en début d'année.

En se basant sur ce taux de production financière on évalue le montant de participations aux bénéficiaires disponibles, noté $PB_{disponible}^i(t-1, t)$, comme suit :

$$PB_{disponible}^i(t-1, t) = PM^i(t-1) \times \text{taux}_{disponible}^i(t-1, t) \quad (4.24)$$

où :

- $\text{taux}_{disponible}^i(t-1, t)$ est le taux obtenu à travers diverses opérations d'achat et de vente d'actifs. Il est défini comme :

$$\text{taux}_{disponible}^i(t-1, t) = \max(\text{TMA}G^i(t-1, t), \text{taux}_{redistribution} \times \text{taux}_{pf}^i(t)) \quad (4.25)$$

- $\text{taux}_{redistribution}$ représente la part des produits financiers redistribués aux assurés.

Nous introduisons également le montant cible des participations aux bénéficiaires, drivé par la concurrence sur marché. Ce montant, noté $PB_{cible}^{i(t-1, t)}$, est défini par :

$$PB_{cible}^{i(t-1, t)} = PM^i(t-1) \times \text{taux}_{cible}^i(t-1, t) \quad (4.26)$$

où :

- $\text{taux}_{cible}^i(t-1, t)$ le taux adopté sur le marché.

Ainsi, on a deux cas de figure :

- Lorsque la $PB_{disponible}^i(t-1, t)$ est supérieure à la $PB_{cible}^{i(t-1, t)}$, la $PM^i(t-1)$ est revalorisée au taux cible. Après cette revalorisation, si un surplus de production financière subsiste, ce montant est transféré en provision pour participation aux excédents PPE. Ce montant sera soit redistribué ultérieurement, soit au plus tard dans un délai de huit ans.
- Si $PB_{disponible}^i(t-1, t)$ est inférieur à $PB_{cible}^{i(t-1, t)}$, la production financière restante, après prise en compte des intérêts techniques, n'est pas suffisante pour atteindre le taux cible des groupes de contrats. Dans ce cas, nous évaluons si la provision pour participation aux excédents contient suffisamment de fonds pour compenser la différence et atteindre le taux cible.

Chapitre 5

Application des méthodes de démutualisation

Dans ce chapitre, nous détaillons la démarche méthodologique mise en œuvre pour évaluer les méthodes de démutualisation décrites précédemment. Au regard de la littérature existante et des travaux antérieurs, nous avons privilégié les méthodes d'Euler et de Shapley, ces dernières étant régulièrement mises en avant pour leur efficacité en termes d'allocation.

5.1 Mécanisme de mutualisation au sein de l'outil ALM

La compréhension du mécanisme de mutualisation au sein de notre modèle ALM est essentielle pour une interprétation précise et solide de nos analyses. En effet, ce mécanisme se décline en deux facettes principales : d'une part, l'engagement minimal représenté par le TMG, et d'autre part, la participation aux bénéfices.

5.1.1 Engagement Minimal : Taux Minimum Garanti (TMG)

Le premier élément clé dans notre modèle ALM est l'engagement relatif au TMG. Pour chaque génération de contrats, l'assureur détermine les intérêts techniques. L'ensemble de ces valeurs pour toutes les générations est ensuite agrégé pour établir l'engagement global de l'assureur. Pour répondre à cet engagement :

- La production financière réalisée est d'abord mobilisée.
- Si elle s'avère insuffisante, des stratégies d'investissement sont mises en œuvre pour générer des plus-values de marché.

5.1.2 Participation aux Bénéfices

La participation aux Bénéfices représente le second élément clé. Bien qu'elle soit calculée pour chaque génération de contrats sur la base d'un taux cible, au lieu de traiter chaque génération individuellement, nous consolidons les PB de toutes les générations pour obtenir un engagement global de l'assureur. Pour y répondre :

- La production financière restante est initialement sollicitée.
- Si un déficit subsiste, des stratégies d'investissement supplémentaires sont adoptées.
- En dernier recours, l'assureur se tourne vers la Provision pour Participation aux Bénéfices (PPB). Par ailleurs, si des sommes au sein de cette provision demeurent non allouées et ont franchi une maturité excédant un seuil établi (typiquement 8 ans), elles sont distribuées entre les générations de manière proportionnelle.

En synthèse, la mutualisation étudiée dans notre modèle englobe principalement ces deux éléments : l'engagement minimal et la participation aux bénéfices. Ces éléments illustrent la mutualisation des rendements des actifs ainsi que de la provision de participation aux excédents.

5.2 Méthodologie suivie

Dans le cadre de notre étude, nous avons constitué un portefeuille intégrant trois générations de contrats. Notre objectif est de modéliser la mutualisation intergénérationnelle, d'évaluer les transferts de richesse entre ces différentes générations, et de tester les méthodes de démutualisation.

En utilisant ce portefeuille comme base, notre modèle nous offre la possibilité d'évaluer le BEG, le BEL et les flux financiers spécifiques à chaque génération. En effet, le modèle ALM est conçu pour traquer les flux associés à chaque génération. Cela facilite l'évaluation du BE et du BEG pour chaque cohorte. Quant aux flux financiers mutualisés (composés des intérêts techniques et de la PB), l'objectif principal est de suivre leur financement et leur sortie tout au long de la projection des 50 années considérées. Cette démarche nous permettra de quantifier la part des flux financiers mutualisés présents dans les flux de sorties utilisés pour le calcul des BE afin de pouvoir les réallouer et corriger ainsi le BE.

Poursuivant sur cette logique, et comme illustré dans la figure, les flux financiers mutualisés sortant chaque année reflètent le TMG et la PB contenus dans la PM sortante. Car, en étant revalorisée annuellement, la PM intègre naturellement les TMG et PB accumulés des années précédentes.

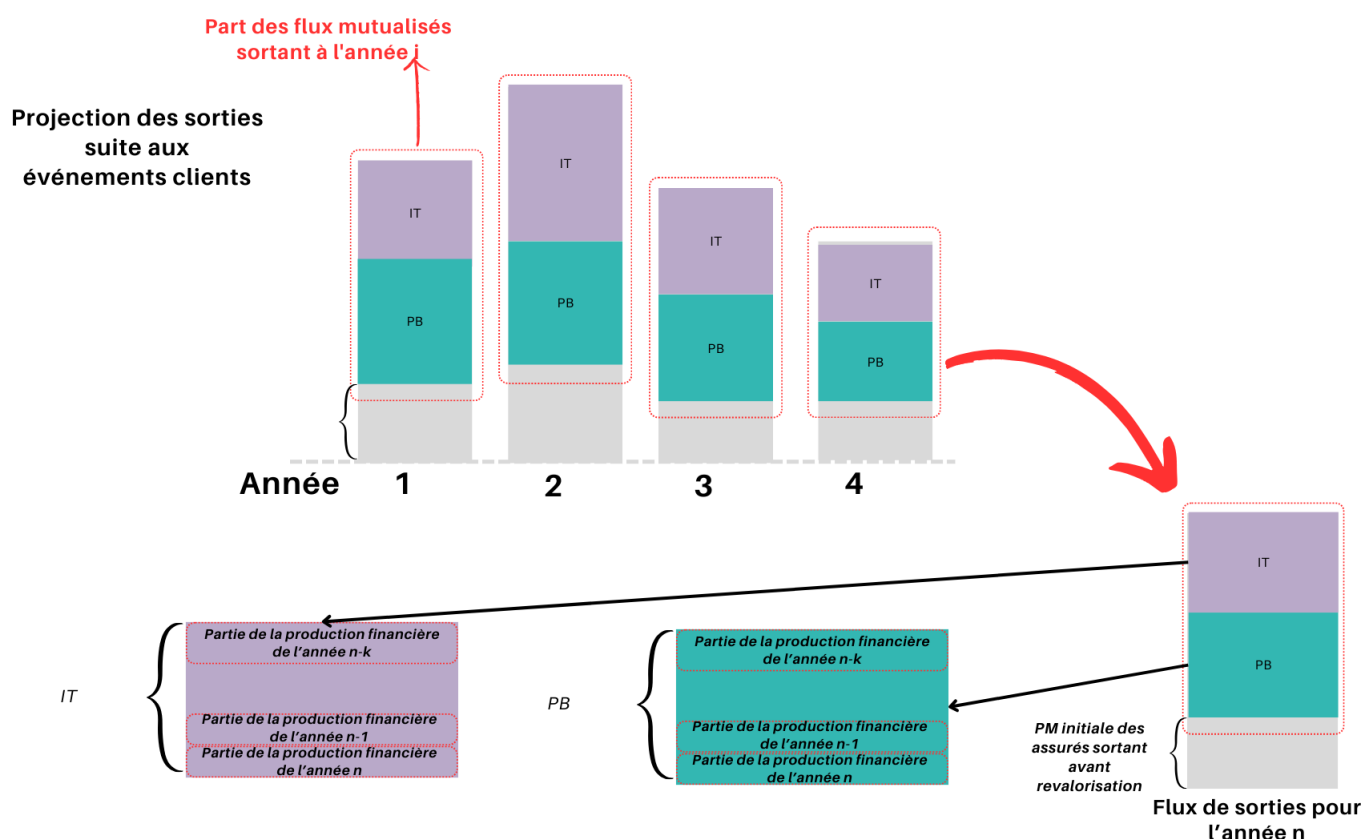


FIGURE 5.1 – La part de la production financière sortante chaque année

L'approche qu'on va adopter pour suivre ces sorties s'apparente à la méthodologie adoptée pour les sorties des PM :

- Chaque année, nous déterminons les flux financiers affectés à chaque génération, essentiellement composés de l'engagement minimal et de la PB.
- En début d'année, suite à divers événements clients, une fraction des flux financiers est déduite pour chaque génération. Cette réduction est basée sur un taux de sortie préétabli pour chaque cohorte.
- À ces sorties annuelles, s'ajoutent l'engagement minimal semestriel ainsi que la PB semestrielle des contrats sortants.
- Ces étapes sont répétées année après année, jusqu'à la fin de la période de projection, nous fournissant une vue d'ensemble des sorties de flux financiers projetées.

Dès que nous disposons des sorties des flux financiers mutualisés pour chaque année projetée, nous déterminons la valeur totale de ces flux financiers pour chaque génération en les actualisant et en les sommant. L'objectif est d'ajuster le BE en déduisant la partie correspondante aux flux financiers mutualisés et en ajoutant les flux financiers attribués selon les méthodes d'allocation utilisées.

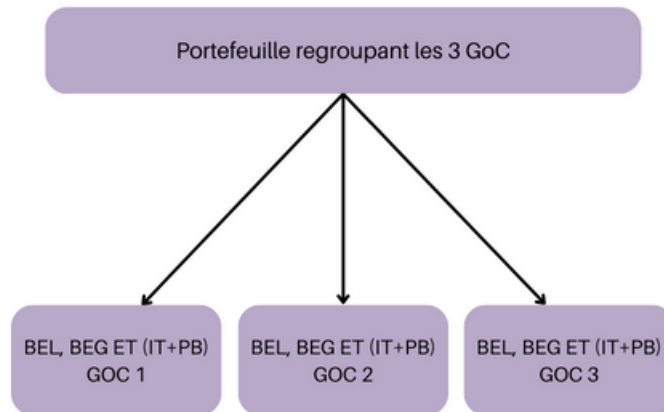


FIGURE 5.2 – Sorties mutualisées du modèle ALM

Ainsi, en étant en mesure d'évaluer le BEL et les flux mutualisés pour chaque génération, nous procédons à ces calculs pour les 3 générations dans le cas mutualisé. Par la suite, nous cherchons à répartir la valeur totale des flux mutualisés sur les différentes générations en utilisant la méthode d'Euler ou de Shapley.

Il convient de noter que, lors de l'application des méthodes de démutualisation, l'actif correspondant à génération de contrat n'est pas isolé, ce qui représente l'une des limites de cette application.



FIGURE 5.3 – Méthodologie de démutualisation

5.3 Application des méthodes et analyse des résultats

Dans cette section, nous appliquons la méthodologie décrite dans la section précédente afin de quantifier l'effet de mutualisation entre les générations de contrats et d'ajuster en conséquence cet effet de mutualisation.

Comme mentionné précédemment, nous avons composé un portefeuille constitué de trois générations distinctes de contrats :

- Génération 1 : Dotée d'une PM initiale de 5M € à la date de projection, elle bénéficie d'un TMG de 3% sur une durée résiduelle de 4 ans.
- Génération 2 : Avec une PM initiale de 6M € à la date de projection, cette génération a un TMG de 1% valable sur une période résiduelle de 4 ans.
- Génération 3 : Elle possède une PM initiale de 2M € à la date de projection, sans TMG associé.

En lançant le modèle ALM pour ces trois générations dans un contexte mutualisé, nous parvenons aux résultats ci-après :

- Génération 1 : BEG de 3743680, BEL de 5229420 et un flux financier de 1794471,4.
- Génération 2 : BEG de 4192784, BEL de 5776123 et un flux financier de 1678742,4.
- Génération 3 : BEG de 1388013, BEL de 1972323 et un flux financier de 584310,1.

Nous nous orientons maintenant vers la démutualisation du BEL en faisant appel aux méthodes d'Euler et de Shapley.

5.3.1 Méthode d'Euler

Afin de répartir les flux financiers totaux entre les différentes générations, nous avons fait varier la PM de chaque génération de 100 unités. Cette démarche vise à évaluer la contribution de chaque génération, tel que décrit dans l'exemple 3.4.3. Ceci nous a conduit aux résultats suivants :

	PM	TMG	BEG	BEL	Flux mut.	Flux démut.	BE démut.	Mutualisation
1	5M €	3%	3743680	5229420	1794471.4	1602121,2	5037070	192350,00
2	6M €	1%	4192784	5776123	1678742.4	1815409,6	5912791	-136667,2
3	2M €	0%	1388013	1972323	584310.1	639993,1	2028006	-55683

TABLE 5.1 – La démutualisation en utilisant la méthode d'Euler

En calculant la différence entre le BEL et BEL démutualisé, nous saisissons l'influence de chaque génération sur les autres, capturant de ce fait l'impact intergénérationnel :

$$\text{Mutualisation} = \text{BEL} - \text{BEL démutualisé} \quad (5.1)$$

Il ressort des résultats obtenus que la mutualisation entre les différentes générations est particulièrement bénéfiques pour la première génération. Cette dernière bénéficie d'un financement de 192360€ provenant des autres générations.

Pour évaluer la pertinence de cette méthode d'allocation en tant qu'outil de démutualisation, nous avons mis en place un prototype sur Excel. Dans cette optique, nous avons pris comme point de départ divers rendements de la totalité des actifs sur la première période. Ceci nous permettra de simuler différents scénarios à travers lesquels on va réaliser une comparaison directe entre les résultats obtenus dans un contexte mutualisé et ceux d'un cadre démutualisé, en adoptant certaines simplifications. Notamment, nous supposons que la PB attribuée à chaque génération représente la production financière restante, répartie de manière uniforme entre les trois générations. Cette approche nous aidera à vérifier la cohérence des résultats obtenus avec la méthode d'Euler.

Poursuivant cette logique, nous avons considéré trois scénarios possibles de rendement :

- Un rendement de 1,6% : Ce scénario ne prévoit pas l'allocation de PBs aux générations, reflétant un environnement de faible rendement.
- Un rendement de 2% : légèrement supérieur, où un montant faible de PB est versé, illustrant une amélioration de rendement.
- Un rendement de 3% : représentatif d'un marché performant, entraînant des allocations significatives de PB aux générations.

5.3.1.1 Rendement de 1,6%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
1,6%	80769,23	15.10 ⁴		0	15.10 ⁴	80769,23	69230,77
1,6%	96923,08	6.10 ⁴	0	0	6.10 ⁴	96923,08	-36923,08
1,6%	32307,69	0		0	0	32307,69	-32307,69

TABLE 5.2 – Premier scénario pour un rendement de 1,6%

Les colonnes du tableau sont définies comme suit :

- **PF** : Il s'agit de la production financière générée grâce à l'investissement de la PM.
- **IT** : Correspond à l'intérêt technique, c'est-à-dire l'engagement minimal de l'assureur.
- **Reste de la PF** : Dans notre modèle ALM, la production financière totale est utilisée pour couvrir intégralement l'engagement minimal. Cette colonne indique le reste de la production financière une fois cet engagement honoré.
- **PB** : Décrit la PB attribuée à chaque génération.
- **IT + PB** : Montre la part de la production financière allouée à chaque génération, couvrant à la fois l'engagement minimal et la PB.
- **IT + PB démut.** : Indique la part de la production financière que chaque

génération recevrait dans un scénario démutualisé. Elle représente la production financière produite par chaque génération de manière indépendante.

- **Mutualisation** : Représente la différence entre la production financière dédiée à chaque génération dans le cas mutualisé et démutualisé.

Dans ce scénario, on observe que la production financière de la première génération ne parvient pas à satisfaire son engagement minimal. Pour combler ce manque, nous mobilisons la production financière des deuxième et troisième générations. De ce fait, aucune PB n'a été allouée, la production financière étant tout juste adéquate pour satisfaire l'engagement minimal.

Cette dynamique se manifeste clairement dans la colonne "mutualisation". On note ainsi que la première génération doit 36 923,08 à la deuxième génération et 32 301,69 à la troisième. Si nous mettons de côté les valeurs exactes pour nous concentrer uniquement sur le comportement de la mutualisation, il est manifeste que la première génération tire avantage de ce processus. Cette tendance est cohérente avec ce que nous avons observé lors de l'application de la démutualisation en utilisant la méthode d'Euler.

5.3.1.2 Rendement de 2%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
2%	100000	150000		16666,7	166666,7	100000	66666,67
2%	120000	60000	50000	16666,7	76666,7	120000	-43333,3
2%	40000	0		16666,7	16666,7	-40000	-23333,3

TABLE 5.3 – Deuxième scénario pour un rendement de 2%

Tout comme dans le scénario précédent, bien que des PB soient allouées aux différentes générations, le comportement de mutualisation demeure inchangé.

5.3.1.3 Rendement de 3%

Rendement	PF	IT	Reste de la PF	PB	IT+PB	IT+PB démut.	Mutualisation
3%	150000	150000		60000	210000	150000	60000
3%	180000	60000	180000	60000	120000	180000	-60000
3%	60000	0		60000	60000	60000	0

TABLE 5.4 – Troisième scénario pour un rendement de 3%

Dans ce scénario, on peut remarquer que la production financière de la première génération couvre adéquatement son engagement minimal. La mutualisation est donc principalement utilisée pour le paiement des PB de cette génération, étant donné que sa production financière ne va pas au-delà de l'engagement minimal. Par conséquent, c'est la deuxième génération qui renonce à une portion de sa production financière.

Si l'on continue à accroître le rendement, ce sont les premières et troisièmes générations qui profiteront principalement des avantages de la mutualisation.

5.3.1.4 Conclusion

Dans l'ensemble, la méthode d'Euler semble offrir des résultats qui sont en accord avec les tendances observées dans nos scénarios. En particulier, dans des environnements à faible rendement, comme le scénario à 1, 6%, la première génération semble régulièrement bénéficier de la mutualisation. Cette observation est cohérente avec les résultats obtenus via la méthode d'Euler.

Notre analyse montre également que le comportement de mutualisation varie en fonction du rendement. Lorsque le rendement augmente, comme dans le scénario à 3%, la deuxième génération tend à renoncer à une portion de sa production financière. De plus, avec des rendements encore plus élevés, la première et la troisième génération semblent bénéficier davantage de la mutualisation.

En conclusion, la méthode d'Euler, lorsqu'elle est comparée à nos scénarios déterministes simplifiés, montre un degré raisonnable de cohérence, renforçant sa pertinence comme outil de démutualisation. Cependant, il convient de noter l'influence significative du rendement et de l'algorithme d'optimisation de TMG et de PB dans le processus de mutualisation, affectant ainsi les résultats de démutualisation. À la lumière de ces observations, il serait judicieux d'envisager une adaptation de la méthode d'Euler afin de la rendre moins sensible à ces éléments. Une telle révision permettra une meilleure précision, en tenant compte des nuances introduites par le rendement et le TMG. De plus, il convient de noter que la complexité algorithmique de la méthode d'Euler est de $N+1$, ce qui pourrait influencer son efficacité dans des contextes où le nombre de calculs devient important.

5.3.2 Méthode de Shapley

La seconde méthode que nous avons choisie pour effectuer la démutualisation est celle de Shapley. En l'appliquant, nous obtenons les résultats suivants :

	PM	TMG	BEG	BEL	Flux mut.	Flux démut.	BE démut.	Mutualisation
1	5M €	3%	3743680	5229420	1794471.4	1229586,2	4664535	564885,4
2	6M €	1%	4192784	5776123	1678742.4	1007166,0	5104547	671576,4
3	2M €	0%	1388013	1972323	584310.1	1820771,00	3208784	-1236460,9

TABLE 5.5 – La démutualisation en utilisant la méthode de Shapley

En analysant les résultats obtenus avec la méthode de Shapley, il est clairement observé que les deux premières générations sont favorisées par la mutualisation, tandis que la troisième génération sacrifie une partie de sa production financière en faveur des deux premières.

Il est également intéressant de noter que, malgré un TMG plus élevé pour la première génération, c'est la deuxième génération qui profite le plus de la mutualisation, ce qui est lié à l'algorithme d'optimisation de la production financière de notre modèle ALM ainsi que le volume des PM. Pour confirmer cet effet volume, nous allons rapporter la mutualisation de chaque génération à sa PM respective. Ce qui nous conduit aux résultats suivants :

Génération	PM	Mutualisation	Mutualisation/PM
1	5M €	564885,4	0,11
2	6M €	671576,4	0,11

TABLE 5.6 – Comparaison d'allocation entre les deux générations

Suite à l'analyse de la méthode de Shapley, nous constatons que, bien que les valeurs de mutualisation diffèrent entre les deux générations, une fois ajustées en fonction de leur PM respective, elles présentent un taux uniforme de 0,11. Cela suggère que la mutualisation est répartie de manière uniforme par unité de PM pour chaque génération, reflétant une approche équilibrée, comme le vise la méthode de Shapley.

Cependant, cette répartition uniforme favoriserait d'avantage des Loss Component sur des générations à TMG élevée. Ainsi, bien que la méthode de Shapley aspire à une allocation équitable, dans ce cadre précis, elle ne semble pas accorder une importance adéquate au TMG.

Cette conclusion est d'autant plus renforcée lorsque l'on compare les résultats de la méthode de Shapley avec ceux des différents scénarios de rendement précédemment établis. Il est également essentiel de souligner que la complexité algorithmique de la méthode de Shapley est notable, avec un besoin de réaliser $2^N - 1$ projections de modèle ALM pour chaque calcul. Cette exigence computationnelle élevée pourrait limiter son applicabilité pratique dans des contextes où le nombre de participants N est important. Pour pallier cette limitation, il est possible de recourir à des méthodes d'approximation comme la méthode de la Valeur Attendue Stratifiée, qui peuvent offrir une estimation raisonnable tout en réduisant la charge computationnelle.

5.4 Calcul de la CSM

Après avoir ajusté le BE pour tenir compte de la mutualisation, nous procédons au calcul de la CSM. Pour simplifier notre analyse, nous avons supposé une RA nulle et sélectionné aléatoirement une valeur pour la CSM à l'instant $t - 1$. La CSM pour l'instant t est ensuite calculée en prenant en compte son amortissement, et ce, en supposant l'absence de changement dans les hypothèses techniques et financières.

Il convient de souligner que, pour les ajustements relatifs à la mutualisation appliqués à la CSM, nous nous sommes appuyés sur les résultats obtenus avec la méthode d'Euler, qui, selon nos observations précédentes, offre une meilleure précision.

Ainsi, on obtient les résultats suivants :

GoC	$CSM_{t=0}$	$CSM_{t=1}$	Mutualisation	$CSM_{t=2}$ démutualisée
1	10838291	10537233	192350	10729582
2	4582477	4437204	-136667,2	4300537
3	5000000	4835899	-55683	4780216

TABLE 5.7 – CSM de chaque génération après prise en compte de la mutualisation

La CSM des trois générations a été écoulee entre les périodes 0 et 1. Ainsi, pour la première génération, elle est passée de 10 838 291 à 10 537 233. Pour la deuxième génération, la CSM a évolué de 4 582 477 à 4 437 204, et pour la troisième génération, elle est allée de 5 000 000 à 4 835 899. Il est à noter que pour la première génération, la CSM a augmenté après correction de l'effet de mutualisation. Cela est dû au fait qu'une diminution de l'engagement de l'assureur rend le contrat plus profitable. En revanche, pour la deuxième et troisième génération, la CSM a diminué en raison de l'augmentation du BE suite à la correction de l'effet de mutualisation.

Conclusion

La norme IFRS 17, entrée en vigueur le 1er janvier 2023, marque une étape déterminante dans la régulation comptable des compagnies d'assurance. Elle vise à instaurer une plus grande cohérence, clarté et transparence dans la présentation des états financiers, rendant ainsi les comparaisons entre les entités d'assurance plus pertinentes. Cette évolution, bien que nécessaire, bouleverse profondément les pratiques actuelles, en particulier en ce qui concerne le bilan et le compte de résultat.

À travers ce mémoire, nous avons exploré les profondeurs de la norme, dévoilant ses subtilités, ses exigences et les mécanismes sous-jacents. Nous avons mis en évidence les innovations introduites par cette réglementation, en particulier en ce qui concerne la structuration du bilan, le compte de résultat, et les nouvelles modalités de reconnaissance des contrats.

L'un des enjeux majeurs résidait dans la prise en compte de la mutualisation financière, élément central des activités assurantielles. Nous avons démontré que, bien que complexe, la réconciliation entre les mécanismes existants de mutualisation et les nouvelles exigences d'IFRS 17 est possible. Nos propositions méthodologiques, notamment en ce qui concerne la correction des flux financiers et la réallocation des bénéfices, ont cherché à offrir aux assureurs des outils concrets pour se conformer à cette norme tout en conservant leurs pratiques.

La méthodologie adoptée tout au long de ce mémoire s'est articulée autour de la réallocation de la richesse financière, en tenant compte de la contribution de chaque génération à cette dernière. Pour ce faire, des méthodes d'allocation, principalement celles de Shapley et d'Euler, ont été au cœur de notre démarche.

Nos analyses ont mis en évidence des résultats contrastés pour les méthodes d'Euler et de Shapley. D'une part, la méthode d'Euler offre des allocations qui reflètent bien la réalité économique des contrats. Cependant, elle offre des opportunités d'amélioration, notamment en ce qui concerne une meilleure intégration de l'algorithme d'optimisation de TMG et de PB, afin d'atténuer sa sensibilité à ces éléments. D'autre part, la méthode de Shapley offre une perspective unique sur la répartition. Elle tend notamment à allouer de manière uniforme la mutualisation par unité de PM pour chaque génération, ce qui ne prend pas suffisamment en compte le TMG. De plus, en termes de temps de calcul, la méthode de Shapley se révèle moins avantageuse comparée à celle d'Euler, surtout lorsque le nombre de générations augmente. En effet, pour trois générations, le temps de calcul reste gérable, mais au-delà, la démutualisation selon la méthode de Shapley pourrait devenir opérationnellement impraticable, à moins que des approximations de cette méthode ne soient employées.

En conclusion, ce mémoire a mis en évidence les défis et les opportunités liés à l'adoption de l'IFRS 17, en mettant particulièrement l'accent sur les méthodes d'allocation pour la démutualisation. Bien que des progrès substantiels aient été réalisés dans la compréhension des principes sous-jacents et des méthodes d'allocation, il reste encore du travail à faire pour affiner ces techniques. Cela implique notamment l'intégration des éléments spécifiques à l'assureur, tels que l'algorithme d'optimisation de TMG et de PB.

Bibliographie

- [1] IASB. *IFRS 17 Insurance Contracts*. 2017.
- [2] IASB. *IFRS 9 Financial Instruments*. 2014.
- [3] IASB. *Basis for Conclusions*. 2019.
- [4] Michel Denault. *Coherent allocation of risk capital*. 2001.
- [5] Robert Aumann and Lloyd Shapley. *Values of non-atomic games*. Princeton University Press, 1974.
- [6] S. DECUPERE. *Agrégation des risques et allocation de capital sous Solvabilité II*. Mémoire d'actuariat, ENSAE, 2011.
- [7] M. DELCAMBRE. *Allocation du capital réglementaire*. Mémoire d'actuariat, ISFA, 2014.
- [8] Marius Hounnande. *Suivi de plusieurs groupes de contrats d'épargne en euro adossés à un fonds général dans le cadre de la norme IFRS 17*. Mémoire d'actuariat, ENSAE, 2021.
- [9] KPMG. *IFRS 17 Insurance Contracts, First impressions*. 2017.
- [10] R. Ait M'Bark. *Approche d'agrégation de contrats d'assurance sous IFRS 17*. Institut des Actuaire, 2018.
- [11] Ernst & Young. *A closer look at the new Insurance Contracts Standard*. 2021.
- [12] Prudence Hounkonnou. *Modélisation ALM et Estimation efficace du SCR d'un assureur vie en modèle interne avec le Krigeage stochastique*. Institut des Actuaire, 2020.
- [13] Ahmed Taitai. *Le traitement de la mutualisation sur un contrat d'épargne sous IFRS 17*. Institut des Actuaire, 2019.
- [14] François Le Rest. *Etude de la mutualisation sous la norme IFRS 17*. Institut des Actuaire, 2020.

- [15] Nexialog Consulting. *Sensibilisation à la norme IFRS 17*. 2020.
- [16] L. Devineau et al. *Evaluation de la CSM et du Résultat dans le dispositif IFRS 17*. 2019.
- [17] Lucas GRANDPERRIN. *Allocation de capital : théorie et pratique de la méthode d'Euler*. 2018.