

Faculté des sciences

Rentabilité des nouvelles affaires en assurance vie sous Solvabilité II et IFRS17

Auteur: **Martial DAKTOU TCHAGAM**

Promoteur: **Cindy COURTOIS**

Lecteur: **Nathalie LUCAS**

Année académique 2025–2026

Master [120] en sciences actuarielles, à finalité spécialisée

Contents

1	Introduction générale	1
2	Cadre conceptuel : rentabilité du New Business sous BGAAP, EEV/MCEV, Solvabilité II et IFRS 17	2
2.1	Évolution des référentiels de valorisation et de performance	2
2.1.1	BGAAP : une logique comptable historique	2
2.1.2	EEV et MCEV : une approche orientée valeur	2
2.1.3	Solvabilité II : une vision économique prudentielle	3
2.1.4	IFRS 17 : une vision comptable prospective	3
2.2	Synthèse comparative	4
3	Indicateurs de rentabilité	6
3.1	Indicateurs sous Solvabilité II / MCEV	6
3.1.1	Value of New Business	6
3.1.2	Valeur temps des options et garanties	6
3.1.3	Coûts du capital et des risques non couvrables	7
3.1.4	Marge de VNB	7
3.2	Indicateurs sous IFRS 17	8
3.2.1	Mesure IFRS signée, CSM et Loss Component	8
3.2.2	Marge de CSM	9
3.3	Lecture conjointe et limites des indicateurs	9
4	Périmètre d'étude et méthodologie	10
4.1	Périmètre de l'étude	10
4.1.1	Portefeuille et profils étudiés	10
4.1.2	Approche <i>stand-alone</i>	10
4.1.3	Horizons et frontières de valorisation	11
4.2	Produits et paramètres commerciaux	12
4.2.1	Assurance temporaire Décès	12
4.2.2	InvestPU	12
4.2.3	Pension	13
4.3	Hypothèses techniques et comportementales	13
4.3.1	Mortalité	13
4.3.2	Résiliations et rachats	14
4.3.3	Participation bénéficiaire	14
4.3.4	Frais, commissions et attribuabilité	14
4.3.5	Fiscalité	15
4.4	Projection et valorisation des flux	15
4.5	Contrôles et analyses de sensibilité	16
5	Modélisation financière et générateur de scénarios économiques	17
5.1	Objectif et périmètre	17
5.2	Courbes de valorisation	17

5.2.1	Courbe Solvabilité II / MCEV	18
5.2.2	Courbe d'actualisation IFRS 17	18
5.3	Générateur de scénarios économiques	18
5.3.1	Modèle de Hull–White à un facteur	18
5.3.2	Scénarios communs et reproductibilité	19
5.4	Rendement annuel transmis aux moteurs produits	19
5.5	Utilisation des scénarios dans les produits	19
5.6	TVOG et valorisation stochastique	20
5.7	Contrôles de martingalité et convergence	20
5.8	Projection illustrative des actifs en univers réel	21
5.9	Limites de la modélisation financière	21
6	Valorisation sous Solvabilité II et approche MCEV	22
6.1	BEL, PVFP et coût des garanties	22
6.2	Solvency Capital Requirement et Risk Margin	23
6.2.1	Évaluation du Solvency Capital Requirement	23
6.2.2	Risk Margin	27
6.3	Value of New Business	28
6.4	Synthèse	29
7	Valorisation sous IFRS 17	31
7.1	Résultats de la mesure initiale	31
7.2	Lecture par produit	31
7.2.1	Décès	31
7.2.2	InvestPU	32
7.2.3	Pension	32
7.3	Comparaison des marges de CSM	32
7.4	Lecture conjointe avec la VNB	33
7.5	Portée des résultats	34
8	Passage de la VNB à la CSM : bridge Solvabilité II/MCEV–IFRS 17	35
8.1	Principe général du bridge	35
8.2	Résultats centraux	36
8.3	Lecture par produit	36
8.3.1	Décès	36
8.3.2	InvestPU	37
8.3.3	Pension	37
8.4	Comparaison des lectures de rentabilité	38
8.5	Représentation graphique	38
8.6	Rapprochement des passifs	39
8.7	Portée et limites du bridge	39
9	Analyses de sensibilité et robustesse	41
9.1	Objectif et méthode de lecture	41
9.2	Résultats centraux de référence	42
9.3	Comparabilité des profils : âge et sexe	42
9.4	Produit Décès	43
9.5	Produit InvestPU	44

9.6	Produit Pension	45
9.7	Coût des risques non couvrables	46
9.8	Risk Margin : central et réforme prospective	47
9.9	Sensibilités propres à IFRS 17	48
9.9.1	Ajustement de la courbe d'actualisation	48
9.9.2	Frais non directement attribuables	48
9.10	Sensibilités tarifaires complémentaires	49
9.11	Scénarios combinés et interactions	50
9.12	Lecture complémentaire du rendement des actifs	51
9.13	Synthèse de robustesse	52
9.14	Robustesse numérique	52
9.15	Enseignements actuariels et business	53
10	Conclusion générale	54
10.1	Synthèse des principaux résultats	54
10.2	Robustesse des résultats	55
10.3	Apports du mémoire	55
10.4	Implications pour le pilotage	56
10.5	Limites et perspectives	56
10.6	Conclusion	57
	Notice relative à l'utilisation de l'intelligence artificielle	58
A	Principaux extraits du code R	61
B	Détail des hypothèses techniques et comportementales	63
B.1	Construction de la mortalité	63
B.2	Fonction de rachat dynamique	63
B.3	Détail des frais tarifaires et best estimate	64
C	Compléments techniques sur le générateur de scénarios économiques	65
C.1	Interpolation de la courbe de taux	65
C.2	Représentation du modèle de Hull–White	65
C.3	Simulation mensuelle exacte	65
C.4	Agrégation annuelle des flux	66
C.5	Erreur Monte-Carlo et convergence de la TVOG	67
C.6	Contrôle et correction de martingalité	67
D	Compléments sur le calcul du SCR et de la Risk Margin	68
D.1	Chocs retenus	68
D.2	Risque de taux et actifs	68
D.3	Corrélations et agrégation	69
D.4	Risque opérationnel et Risk Margin	70

1 Introduction générale

La rentabilité des nouvelles affaires constitue un enjeu central pour les compagnies d'assurance vie. Avant de commercialiser un produit, l'assureur doit apprécier si les primes et les chargements permettent de couvrir les prestations, les frais et les risques supportés, mais aussi si les affaires nouvelles créent suffisamment de valeur au regard du capital mobilisé. Cette appréciation dépend donc du résultat attendu, du coût des garanties, de l'incertitude entourant les flux futurs et du cadre de valorisation retenu.

Plusieurs référentiels apportent à cet égard des lectures complémentaires. Solvabilité II repose sur une valorisation économique des actifs et des passifs ainsi que sur une mesure explicite des risques et du capital requis [9, 5]. Les principes de la *Market-Consistent Embedded Value* (MCEV) permettent, quant à eux, d'apprécier la valeur économique créée par les affaires nouvelles, notamment au moyen de la *Value of New Business* (VNB) [4]. IFRS 17 propose une lecture comptable fondée sur les *Fulfilment Cash Flows*, le *Risk Adjustment* pour risque non financier et la *Contractual Service Margin* (CSM) [8].

Ces mesures ne sont ni équivalentes ni directement substituables. La VNB mesure la valeur économique attribuable aux nouvelles affaires après prise en compte, dans le cadre retenu, des options et garanties ainsi que des coûts associés au capital et aux risques non couvrables. La CSM représente au contraire, à la comptabilisation initiale, le profit non acquis relatif aux services futurs. Les écarts entre VNB et CSM doivent donc être interprétés à la lumière de leurs différences de mesure, notamment en matière d'actualisation, de frais, de fiscalité, de risques et, lorsque cela est pertinent, de frontière contractuelle.

La question centrale du mémoire est dès lors la suivante :

Comment mesurer la rentabilité des nouvelles affaires en assurance vie dans une approche économique de type MCEV articulée aux principes de valorisation de Solvabilité II, et comment cette appréciation se compare-t-elle à la mesure initiale des contrats selon IFRS 17 ?

L'analyse porte sur trois produits fictifs : un contrat temporaire décès à capital constant, un produit d'épargne de branche 21 à prime unique et un produit de pension de branche 21 à cotisations définies. Pour chacun, la modélisation distingue les hypothèses de tarification des hypothèses *best estimate* retenues pour la projection. Un profil central commun est complété par des profils selon l'âge et le sexe afin de limiter l'effet des différences de population assurée sur la comparaison de rentabilité.

Les projections reposent sur un cadre cohérent entre les produits et sont complétées par une valorisation stochastique lorsque les flux dépendent des variables financières. Les résultats centraux sont ensuite soumis à des analyses de sensibilité portant notamment sur la mortalité, les frais, les rachats, les taux d'intérêt, les garanties, la participation bénéficiaire et le coût du capital. L'objectif est à la fois de mesurer la rentabilité, d'identifier ses déterminants et d'en évaluer la robustesse.

L'étude est menée selon une approche *stand-alone* centrée sur les affaires nouvelles. Elle ne reproduit ni un portefeuille en vigueur complet, ni les effets de diversification ou de mutualisation entre générations de contrats, ni l'absorption des frais fixes par un stock existant. Les résultats doivent donc être interprétés comme ceux d'un modèle académique appliqué à des produits fictifs.

Le mémoire présente d'abord le cadre conceptuel, les caractéristiques des produits et les hypothèses retenues. La méthodologie de projection et de valorisation est ensuite exposée avant l'analyse des résultats économiques et IFRS 17. Les deux lectures sont enfin rapprochées au moyen de *bridges* de réconciliation et complétées par des analyses de sensibilité et de robustesse.

2 Cadre conceptuel : rentabilité du New Business sous BGAAP, EEV/MCEV, Solvabilité II et IFRS 17

2.1 Évolution des référentiels de valorisation et de performance

2.1.1 BGAAP : une logique comptable historique

Les comptes statutaires belges, généralement désignés par l'expression *Belgian Generally Accepted Accounting Principles* (BGAAP), reposent notamment sur des principes de prudence et de continuité d'exploitation. Pour les entreprises d'assurance et de réassurance, leur présentation est encadrée par les règles comptables nationales applicables [1].

Cette approche permet de suivre les primes, prestations, provisions techniques et résultats reconnus au cours de l'exercice. Elle n'a toutefois pas pour objectif de mesurer directement la valeur économique des profits futurs de contrats dont les flux s'étendent sur plusieurs années. Le BGAAP n'est donc pas modélisé dans l'application quantitative ; il constitue ici un point de repère permettant de situer l'évolution vers des cadres de valorisation plus prospectifs.

2.1.2 EEV et MCEV : une approche orientée valeur

Les approches d'*Embedded Value* ont été développées afin de compléter la lecture comptable par une mesure prospective de la valeur économique des activités d'assurance vie. Le CFO Forum a successivement publié les principes de l'*European Embedded Value* (EEV), puis de la *Market-Consistent Embedded Value* (MCEV), afin d'améliorer la cohérence, la comparabilité et la transparence des pratiques [3, 4].

La décomposition générale retenue peut être représentée par :

$$\begin{aligned} MCEV_0 &= FS_0 + RC_0 + VIF_0, \\ VIF_0 &= PVFP_0 - TVOG_0 - CNHR_0 - FCRC_0, \end{aligned} \tag{2.1}$$

où *FS* désigne le *Free Surplus*, *RC* le capital requis et *VIF* la valeur des affaires en portefeuille. La *Present Value of Future Profits* (PVFP) est diminuée de la *Time Value of Options and Guarantees* (TVOG), du *Cost of Non-Hedgeable Risks* (CNHR) et du *Frictional Cost of Required Capital* (FCRC) [4].

Appliquée aux contrats nouvellement souscrits, cette logique conduit à la *Value of New Business* (VNB), dont la formulation utilisée dans le mémoire est donnée à l'équation (3.1).

La VNB n'est pas un indicateur réglementaire de Solvabilité II. L'approche retenue dans ce mémoire s'inspire des principes MCEV tout en mobilisant plusieurs éléments issus du cadre prudentiel, notamment les courbes d'actualisation, les projections de passif et le capital requis. Ce rapprochement permet de construire une mesure économique cohérente avec les hypothèses de valorisation retenues, sans assimiler la VNB à une mesure prudentielle.

2.1.3 Solvabilité II : une vision économique prudentielle

Solvabilité II poursuit une finalité prudentielle : l'entreprise doit disposer de ressources suffisantes pour faire face à ses engagements et aux risques auxquels elle est exposée [9, 5].

Lorsque le *Best Estimate Liability* (BEL) et la *Risk Margin* (RM) sont évalués séparément, les provisions techniques s'écrivent :

$$TP_0 = BEL_0 + RM_0. \quad (2.2)$$

Le BEL correspond à la valeur actuelle probabilisée des flux futurs nécessaires à l'exécution des engagements. De manière générale :

$$BEL_0 = \sum_{t=1}^T DF^{SII}(0, t) \mathbb{E} [CF_t^{passif}], \quad (2.3)$$

où $DF^{SII}(0, t)$ désigne le facteur d'actualisation entre les dates 0 et t .

La RM représente le coût associé au capital qu'une entreprise de référence devrait mobiliser pour porter les risques concernés jusqu'à l'extinction des engagements [9, 5]. La convention centrale retenue à la date d'évaluation est :

$$RM_0 = CoC_{RM} \sum_{t=0}^{T-1} SCR_{RU}(t) DF^{basic}(0, t+1), \quad CoC_{RM} = 6\%. \quad (2.4)$$

où $SCR_{RU}(t)$ représente le capital projeté de l'entreprise de référence.

Le taux de 6 % reste la convention centrale au 31 décembre 2024. La révision future du cadre prudentiel prévoit une diminution du taux de coût du capital à 4,75 %, accompagnée d'un ajustement temporel du capital futur [10]. Cette évolution est étudiée séparément dans les analyses prospectives et ne modifie pas les résultats centraux.

Le taux réglementaire intervenant dans la RM ne doit pas être assimilé au rendement exigé par l'actionnaire pour supporter les risques non couvrables. Cette distinction motive les sensibilités appliquées au CNHR, présentées dans la méthodologie et analysées dans les résultats.

Solvabilité II prévoit également le calcul du *Solvency Capital Requirement* (SCR), qui constitue une mesure de capital prudentiel et non un indicateur de rentabilité. Le BEL, la RM et le SCR interviennent néanmoins dans plusieurs composantes de la mesure économique des nouvelles affaires.

2.1.4 IFRS 17 : une vision comptable prospective

IFRS 17 poursuit une finalité comptable : mesurer les groupes de contrats d'assurance et organiser la reconnaissance du résultat au rythme des services fournis. Dans le modèle général, la mesure repose notamment sur les *Fulfilment Cash Flows* (FCF), qui combinent l'estimation probabilisée des flux futurs, leur actualisation et le *Risk Adjustment* (RA) pour risque non financier [8].

Dans la convention de signe retenue dans ce mémoire, les sorties sont positives et les entrées négatives. La valeur actuelle des flux futurs est donc définie par :

$$PVFCF_0 = PV^{IFRS17}(\text{sorties attribuables}) - PV^{IFRS17}(\text{entrées comprises dans la frontière}). \quad (2.5)$$

Les *Fulfilment Cash Flows* s'écrivent alors :

$$FCF_0 = PVFCF_0 + RA_0. \quad (2.6)$$

Sous cette convention, un FCF_0 négatif traduit une marge attendue avant constitution de la *Contractual Service Margin* (CSM). À la comptabilisation initiale :

$$\begin{aligned} CSM_0 &= \max(-FCF_0, 0), \\ LC_0 &= \max(FCF_0, 0), \end{aligned} \tag{2.7}$$

où LC désigne la *Loss Component*. Une LC positive traduit ainsi un groupe onéreux dès la comptabilisation initiale.

La CSM représente le profit non acquis relatif aux services futurs. Elle n'est ni un profit immédiatement distribuable ni une mesure de valeur actionnariale. Le mémoire se limite à sa mesure initiale : la libération ultérieure de la CSM et les unités de couverture ne sont pas modélisées.

Les frontières contractuelles, l'attribuabilité des frais et les conventions d'actualisation effectivement retenues dans l'application sont précisées au chapitre 4. Elles ne sont pas redéveloppées ici afin d'éviter les répétitions.

2.2 Synthèse comparative

Solvabilité II, la MCEV et IFRS 17 utilisent tous des projections de flux, mais répondent à des finalités différentes. Solvabilité II vise la mesure prudentielle des engagements et du capital ; la MCEV cherche à apprécier la création de valeur économique ; IFRS 17 organise la mesure comptable des contrats et la reconnaissance du résultat.

La RM et le RA illustrent cette différence de finalité. La première appartient aux provisions techniques prudentielles et repose, dans le cadre retenu, sur une approche de coût du capital. Le second représente la compensation exigée par l'entité pour supporter l'incertitude liée aux risques non financiers. Ces deux montants ne sont donc pas interchangeables.

De même, les frais, les frontières contractuelles et les courbes d'actualisation ne suivent pas nécessairement les mêmes conventions. Les choix quantitatifs du mémoire, notamment l'hypothèse de frais directement attribuables, la courbe IFRS 17 et les frontières propres aux produits, sont définis une seule fois au chapitre 4.

Élément	Solvabilité II / MCEV	IFRS 17
Finalité	Solvabilité II : mesure prudentielle des engagements et du capital. MCEV : création de valeur économique.	Mesure comptable des contrats et reconnaissance du résultat.
Mesure des engagements	<i>BEL</i> et <i>RM</i> .	<i>PVFCF</i> , <i>RA</i> et, selon la profitabilité du groupe, <i>CSM</i> ou <i>LC</i> .
Risque et capital	<i>SCR</i> , ainsi que <i>TVOG</i> , <i>RA</i> pour les risques non financiers ; absence de déduction explicite d'une rémunération actionnariale dans la <i>CSM</i> .	
Actualisation	Valorisation prudentielle et market-consistent fondée sur une courbe cohérente avec le marché.	Courbe adaptée aux caractéristiques des flux selon les conventions retenues par l'entité.
Indicateur principal étudié	<i>VNB</i> .	<i>CSM</i> initiale ou <i>LC</i> pour un groupe onéreux.
Interprétation	Valeur économique créée par les nouvelles affaires dans le périmètre modélisé.	Profit non acquis relatif aux services futurs ou perte reconnue à l'origine.

Table 2.1: Principales différences entre l'approche économique et IFRS 17.

La VNB et la CSM ne doivent donc pas être interprétées comme deux estimations du même profit. Leurs écarts résultent de différences de finalité, de périmètre et de conventions de mesure. La VNB est définie précisément à la section 3.1.1, tandis que la mesure IFRS initiale est détaillée à la section 3.2.1. Leur réconciliation est ensuite présentée au chapitre 8.

3 Indicateurs de rentabilité

Ce chapitre présente uniquement les indicateurs effectivement mobilisés dans l'application quantitative. Les définitions introduites ci-dessous sont utilisées dans la suite du mémoire au moyen de renvois, afin d'éviter de les répéter lors de la présentation des résultats.

3.1 Indicateurs sous Solvabilité II / MCEV

3.1.1 Value of New Business

La décomposition de la *Market-Consistent Embedded Value* présentée précédemment est appliquée ici aux affaires nouvelles. La *Value of New Business* (VNB) mesure la valeur économique créée par la cohorte de contrats souscrits à la date d'évaluation [4, 11].

La VNB constitue un indicateur inspiré des principes MCEV et non une mesure directement prescrite par Solvabilité II. Le cadre prudentiel fournit néanmoins plusieurs éléments nécessaires à sa construction, notamment les courbes d'actualisation, les projections de passif et le capital requis.

Dans le modèle, elle est définie par :

$$VNB_0 = PVFP_0^{CE} - TVOG_0 - FCRC_0 - CNHR_0. \quad (3.1)$$

La *Present Value of Future Profits* (PVFP) correspond à la valeur actuelle des profits futurs attribuables à l'actionnaire. Dans le scénario *certainty equivalent* :

$$PVFP_0^{CE} = \sum_{t=1}^T DF^{SII}(0, t) \Pi_t^{\text{après impôt, CE}}, \quad (3.2)$$

où $DF^{SII}(0, t)$ désigne le facteur d'actualisation entre les dates 0 et t , et $\Pi_t^{\text{après impôt, CE}}$ le profit actionnarial après impôt. Un taux uniforme d'impôt sur les sociétés de 25 % est retenu dans l'application quantitative.

La courbe centrale utilisée pour cette valorisation est la courbe EIOPA EUR applicable à la Belgique avec *Volatility Adjustment*, au 31 décembre 2024 [6]. Elle fournit une base de valorisation cohérente avec le marché, mais ne représente pas le rendement réel attendu des actifs. L'analyse de ce dernier est traitée séparément dans le cadre des projections en univers réel.

3.1.2 Valeur temps des options et garanties

La *Time Value of Options and Guarantees* (TVOG) mesure le coût de l'asymétrie introduite par les options et garanties financières. Elle est obtenue par comparaison entre la PVFP du scénario *certainty equivalent* et la moyenne des PVFP stochastiques sous la mesure risque-neutre :

$$TVOG_0 = \max \left[PVFP_0^{CE} - \mathbb{E}^{\mathbb{Q}} \left(PVFP_0^{stoch} \right), 0 \right]. \quad (3.3)$$

Le plancher à zéro constitue une convention numérique destinée à éviter qu'une faible erreur de simulation conduise à publier une TVOG négative.

La valeur market-consistent des profits futurs est alors :

$$PVFP_0^{MC} = PVFP_0^{CE} - TVOG_0. \quad (3.4)$$

L'équation (3.4) sera notamment utilisée dans le bridge entre VNB et IFRS 17. Elle permet d'éviter de réintégrer séparément la TVOG lors de cette réconciliation.

La TVOG est nulle pour le produit Décès, qui ne comporte pas de garantie financière explicite dans le modèle. Elle est évaluée stochastiquement pour InvestPU et Pension. Pour Pension, dans la lecture SII/MCEV, elle porte uniquement sur l'obligation créée par la première cotisation comprise dans la frontière des nouvelles affaires, tout en projetant son runoff jusqu'à son extinction.

3.1.3 Coûts du capital et des risques non couvrables

Le *Frictional Cost of Required Capital* (FCRC) représente les frictions associées à la détention du capital requis, notamment les coûts fiscaux et financiers liés à son immobilisation [4]. Dans le modèle :

$$FCRC_0 = \sum_{t=0}^{T-1} K_t^{req} c_t^{fric} DF^{SII}(0, t+1), \quad (3.5)$$

où K_t^{req} représente le capital requis projeté et c_t^{fric} le taux de friction appliqué.

Le *Cost of Non-Hedgeable Risks* (CNHR) mesure quant à lui le coût économique des risques qui ne peuvent pas être entièrement couverts sur les marchés financiers :

$$CNHR_0 = c_{NH} \sum_{t=0}^{T-1} K_t^{NH} DF^{SII}(0, t+1), \quad (3.6)$$

où K_t^{NH} représente le capital associé aux risques non couvrables subsistant à la date t .

Le taux central c_{NH} est fixé à 6 %. Il constitue une hypothèse de valorisation et ne doit pas être interprété comme une estimation unique du rendement exigé par les actionnaires. Afin de répondre à cette limite, des sensibilités à 4,75 %, 8 % et 10 % sont étudiées. Les niveaux de 8 % et 10 % permettent notamment d'évaluer la résilience de la rentabilité lorsque l'exigence actionnariale est supérieure au coût du capital réglementaire.

Le CNHR doit être distingué de la *Risk Margin* de Solvabilité II : les deux reposent sur une logique de coût du capital, mais la première constitue une déduction de valeur dans le calcul de la VNB tandis que la seconde appartient aux provisions techniques prudentielles. Il doit également être distingué du FCRC, qui mesure les frictions liées à la détention du capital et non la rémunération des risques non couvrables.

3.1.4 Marge de VNB

Une VNB positive indique que, sous les hypothèses retenues, la valeur market-consistent des profits futurs couvre les coûts des garanties, des risques non couvrables et du capital. Une VNB négative traduit au contraire une destruction de valeur économique.

Afin de comparer des produits de volumes différents, la VNB est complétée par une marge rapportée à la valeur actuelle des primes comprises dans le périmètre des nouvelles affaires :

$$m_0^{VNB} = \frac{VNB_0}{PV_0^{SII}(\text{primes comprises dans la frontière})}. \quad (3.7)$$

Cette mesure exprime la valeur économique créée par euro de prime actualisée. Elle améliore la comparabilité entre produits sans neutraliser les différences de durée, de garanties ou de structure des flux.

La tarification technique et l'évaluation économique sont volontairement distinguées dans le mémoire. Les primes et chargements résultent d'abord d'hypothèses tarifaires portant notamment sur les prestations, la mortalité, les frais et les commissions. La VNB intervient ensuite comme outil de *profit testing*. Les éventuels seuils de VNB nulle ou niveaux issus d'une équation économique constituent ainsi des diagnostics et ne doivent pas être confondus avec le tarif commercial effectivement retenu.

Cette distinction est notamment importante pour InvestPU, pour lequel le chargement technique équivalent de couverture des coûts, le niveau issu de l'équation économique et le chargement commercial correspondent à trois notions différentes.

3.2 Indicateurs sous IFRS 17

La logique générale des *Fulfilment Cash Flows*, du *Risk Adjustment*, de la *Contractual Service Margin* et de la *Loss Component* est présentée dans le cadre conceptuel. L'application quantitative se limite à la mesure initiale des nouvelles affaires selon IFRS 17 [8].

3.2.1 Mesure IFRS signée, CSM et Loss Component

La convention de signe retenue considère les sorties comme positives et les entrées comme négatives. Le $PVFCF_0$ comprend uniquement les flux situés dans la frontière contractuelle et directement attribuables à l'exécution des contrats.

Le *Risk Adjustment* (RA) représente la compensation exigée par l'entité pour supporter l'incertitude relative au montant et au calendrier des flux issus des risques non financiers [8]. Les risques financiers et opérationnels sont exclus du RA central.

IFRS 17 n'impose pas une technique unique pour déterminer ce montant. Le mémoire retient une approximation académique fondée sur le coût du capital :

$$RA_0 = c_{RA} \sum_{t=0}^{T-1} SCR_t^{NF} DF^{IFRS17}(0, t+1), \quad (3.8)$$

où SCR_t^{NF} représente l'exposition projetée aux risques non financiers et $DF^{IFRS17}(0, t+1)$ le facteur d'actualisation IFRS 17. Le recours au SCR non financier constitue une approximation de modélisation : le RA n'est ni un capital réglementaire ni une *Risk Margin*.

Pour faciliter la comparaison avec la VNB, une mesure IFRS signée est définie par :

$$M_0^{IFRS} = -(PVFCF_0 + RA_0). \quad (3.9)$$

Une valeur positive conduit à la constitution d'une CSM, tandis qu'une valeur négative correspond à un groupe onéreux :

$$CSM_0 = \max(M_0^{IFRS}, 0), \quad (3.10)$$

$$LC_0 = \max(-M_0^{IFRS}, 0). \quad (3.11)$$

La CSM représente le profit non acquis relatif aux services futurs. Elle ne constitue ni une valeur actionnariale ni un profit immédiatement distribuable. Le mémoire se limite à sa mesure initiale et ne modélise donc ni sa libération ultérieure ni les unités de couverture.

Pour Pension, les frontières diffèrent entre les deux cadres. Sous SII/MCEV, la frontière des nouvelles affaires est limitée à la première cotisation, dont l'obligation est ensuite projetée jusqu'à son extinction. Sous IFRS 17, la frontière contractuelle retenue dans le modèle s'étend jusqu'à l'âge de 67 ans et comprend les cotisations futures attendues ainsi que les prestations, frais et autres flux directement attribuables qui leur sont associés.

Cette convention IFRS 17 reflète le fait que, dans le produit modélisé, les cotisations futures attendues restent rattachées aux droits et obligations du contrat jusqu'à la retraite. Le taux lié au plan de pension correspond à une garantie applicable aux droits des affiliés et ne constitue pas, à lui seul, un droit de l'assureur à re-tarifier intégralement les cotisations futures de manière à refléter

entièrement les risques réévalués. Pour le profil central H45, la frontière IFRS 17 s'étend ainsi sur 22 ans, jusqu'à l'âge de 67 ans.

3.2.2 Marge de CSM

L'analyse quantitative retient une seule normalisation de la CSM :

$$m_0^{CSM} = \frac{CSM_0}{PV_0^{IFRS17}(\text{primes comprises dans la frontière})}. \quad (3.12)$$

La marge de CSM rapporte la CSM initiale au volume de primes actualisées comprises dans la frontière IFRS 17. Il s'agit d'un indicateur de comparaison construit dans le cadre du mémoire et non d'une métrique normalisée imposée par IFRS 17.

Cette mesure ne doit pas être assimilée à une rentabilité économique. En particulier, la CSM ne déduit pas séparément la TVOG, le CNHR, le FCRC, l'impôt actionnarial ou une exigence de rendement du capital comparable à celle intégrée dans la VNB.

3.3 Lecture conjointe et limites des indicateurs

La VNB et la CSM apportent deux lectures différentes des nouvelles affaires. La première mesure une création de valeur économique dans le cadre market-consistent retenu ; la seconde représente un profit comptable non acquis relatif aux services futurs. Une CSM supérieure à la VNB ne signifie donc pas que le produit est économiquement plus rentable sous IFRS 17.

Les marges définies aux équations (3.7) et (3.12) facilitent la comparaison des produits, mais ne neutralisent pas les différences de garanties, de calendrier des flux ou de profil assuré. La comparaison est dès lors complétée par des profils communs selon l'âge et le sexe.

L'approche *stand-alone* retenue isole les nouvelles affaires du portefeuille en vigueur. Elle ne reproduit notamment ni les effets de diversification, ni la mutualisation entre générations, ni la réassurance, ni l'absorption d'une partie des frais fixes par un portefeuille existant. Les résultats doivent donc être interprétés dans le périmètre du modèle académique.

La VNB dépend par ailleurs des hypothèses de projection, du coût des garanties, de la fiscalité, du profil de capital et du taux retenu pour les risques non couvrables. Sa valorisation market-consistent ne représente pas directement la rentabilité réelle des actifs. Une analyse distincte en univers réel est donc utilisée pour rapprocher rendement attendu, allocation d'actifs et risque financier.

La CSM dépend notamment de la frontière contractuelle, de l'attribuabilité des frais, de la courbe d'actualisation et de la méthode de calcul du RA. Ces éléments sont analysés dans les sensibilités correspondantes.

Pour Pension, la comparaison entre VNB et CSM est particulièrement sensible à la différence de frontière. La VNB ne retient que la première cotisation comme nouvelle affaire à la date initiale, tout en projetant l'obligation correspondante jusqu'à son extinction. La mesure IFRS 17 inclut au contraire les cotisations futures attendues jusqu'à l'âge de 67 ans ainsi que les flux qui leur sont associés. Les deux marges ne reposent donc pas sur le même volume de primes ni sur le même périmètre de flux.

La TVOG de Pension utilisée dans la VNB mesure uniquement le coût des garanties attachées à la première cotisation et à son runoff. Elle ne constitue donc pas une évaluation du coût des garanties associées à l'ensemble des cotisations futures comprises dans la mesure IFRS 17.

Enfin, les résultats restent sensibles aux simplifications du modèle, notamment à l'utilisation d'un modèle de Hull-White à un facteur, à la règle de participation bénéficiaire et à la fonction de rachats dynamiques. Ces limites sont discutées conjointement aux analyses de sensibilité, qui permettent d'identifier les hypothèses les plus matérielles et les principaux leviers de rentabilité.

Le rapprochement entre les deux cadres est réalisé au chapitre 8. Il ne vise pas à identifier un indicateur unique de rentabilité, mais à distinguer la création de valeur économique, la reconnaissance comptable du profit et les risques susceptibles de modifier chacune de ces lectures.

4 Périmètre d'étude et méthodologie

L'étude est conduite au 31 décembre 2024, en euros, sur le portefeuille fictif d'une compagnie dénommée AssurVie. Elle compare la rentabilité des nouvelles affaires selon une lecture économique inspirée des principes MCEV et une lecture comptable fondée sur la mesure initiale d'IFRS 17.

Les produits et les données étant fictifs, les résultats doivent être interprétés comme ceux d'un modèle académique destiné à mettre en évidence les mécanismes de création de valeur, les principaux facteurs de risque et les différences entre les indicateurs présentés au chapitre 3.

4.1 Périmètre de l'étude

4.1.1 Portefeuille et profils étudiés

Trois produits sont étudiés : une assurance temporaire décès à capital constant, un produit d'épargne de branche 21 à prime unique, dénommé InvestPU, et un produit de pension de branche 21 à cotisations définies.

Chaque produit est évalué sur une cohorte de 1 000 nouveaux contrats. Le profil central est celui d'un homme âgé de 45 ans à la souscription, noté H45. Les profils H30, F30, F45, H60 et F60 sont utilisés comme sensibilités afin d'isoler l'incidence de l'âge et du sexe.

La comparaison repose ainsi sur des profils communs entre produits, afin d'éviter d'attribuer au produit un écart de rentabilité provenant uniquement de la composition démographique de la cohorte. La tarification est unisexe : à âge identique, les conditions commerciales sont identiques pour les hommes et les femmes. La mortalité utilisée dans les projections *best estimate* reste toutefois sexospécifique.

Élément	Convention retenue
Date d'évaluation	31 décembre 2024
Devise	EUR
Cohorte	1 000 nouveaux contrats par produit
Profil central	H45
Profils complémentaires	H30, F30, F45, H60 et F60
Projection des contrats	Annuelle
Scénarios financiers	Pas mensuel, puis agrégation annuelle
Réassurance	Absente
Diversification entre produits	Absente

Table 4.1: Conventions générales de l'étude.

4.1.2 Approche *stand-alone*

Les nouvelles affaires sont valorisées indépendamment de tout portefeuille préexistant. La VNB mesure donc la valeur économique de la cohorte modélisée selon la définition donnée à la section 3.1.1.

Une véritable mesure marginale nécessiterait de comparer la valeur d'un portefeuille complet avec et sans les nouvelles affaires. Cette approche n'est pas retenue, aucun portefeuille initial n'étant modélisé.

La convention *stand-alone* exclut notamment la diversification avec les affaires en portefeuille, la mutualisation entre générations de contrats, les effets croisés de participation bénéficiaire, l'absorption d'une partie des frais fixes par le stock existant ainsi que les effets de réassurance. Elle permet une comparaison homogène entre produits, mais ne constitue donc pas une estimation exhaustive de leur contribution marginale à la valeur d'une compagnie réelle. Les conséquences de cette convention sont rappelées à la section 3.3.

4.1.3 Horizons et frontières de valorisation

Décès et InvestPU ont une durée contractuelle de dix ans. Leur horizon de projection est identique sous Solvabilité II/MCEV et IFRS 17.

Pour Pension, la durée résiduelle dépend de l'âge à la souscription :

$$T_x^{Pension} = 67 - x, \quad T_{30} = 37, \quad T_{45} = 22, \quad T_{60} = 7. \quad (4.1)$$

Pour ce produit, les frontières retenues diffèrent entre les deux cadres. Sous SII/MCEV, seule la première cotisation appartient aux nouvelles affaires valorisées à la date initiale. L'obligation créée par cette cotisation reste néanmoins projetée jusqu'à son extinction, avec les prestations, frais, garanties et options qui lui sont associés.

Sous IFRS 17, la frontière contractuelle retenue s'étend jusqu'à l'âge de 67 ans. Elle comprend les cotisations futures attendues ainsi que les prestations, commissions, frais directement attribuables et autres flux associés à ces cotisations.

La différence repose sur la convention contractuelle retenue dans le modèle. Le taux du plan de pension constitue une garantie attachée aux droits des affiliés et n'est pas assimilé à un droit de l'assureur lui permettant de re-tarifier intégralement, à chaque échéance, les cotisations futures de manière à refléter entièrement les risques réévalués. Les cotisations futures attendues demeurent dès lors dans la frontière IFRS 17 jusqu'à la retraite.

Pour le profil central H45, la projection s'étend ainsi sur 22 ans, jusqu'à l'âge de 67 ans, mais le périmètre des cotisations incluses diffère entre SII/MCEV et IFRS 17.

Produit	Durée	Frontière SII/M-CEV	Frontière IFRS 17	IFRS Runoff
Décès	10 ans	10 ans	10 ans	10 ans
InvestPU	10 ans	10 ans	10 ans	10 ans
Pension	Jusqu'à 67 ans	Première cotisation uniquement	Cotisations futures attendues jusqu'à 67 ans	Jusqu'à 67 ans dans les deux cadres, sur des périmètres de flux différents

Table 4.2: Horizons et frontières de valorisation retenus.

Cette distinction entre frontière des cotisations et durée de projection est essentielle pour l'interprétation des résultats de Pension. Elle implique en particulier que la VNB et la CSM ne reposent pas sur le même volume de cotisations.

4.2 Produits et paramètres commerciaux

La modélisation distingue explicitement les hypothèses tarifaires des hypothèses de projection. Les premières servent à déterminer ou à challenger les primes et chargements commerciaux ; les secondes décrivent l'expérience attendue et alimentent les indicateurs de rentabilité.

Dans les sensibilités économiques, les conditions commerciales centrales sont maintenues constantes afin de mesurer l'effet d'un écart entre les hypothèses de tarification et l'expérience projetée.

4.2.1 Assurance temporaire Décès

Le produit garantit un capital constant de 50 000 EUR pendant dix ans. La prime annuelle est nivelée et payable d'avance tant que le contrat reste en vigueur. Le décès entraîne le paiement du capital ; une résiliation met fin au contrat sans valeur de rachat.

La tarification repose sur les quotients de mortalité masculins et féminins de référence majorés de 15 %, un taux technique de 1,50 %, les frais tarifaires et une commission de 10 % des primes encaissées. Le tarif unisexe est obtenu en calculant séparément les valeurs actuelles pour les hommes et les femmes, puis en les pondérant à 50/50. Les quotients de mortalité ne sont donc pas moyennés directement.

Pour le profil central, la prime technique exacte s'établit à 249,3372 EUR, soit 250 EUR après arrondi. Le moteur fournit également un seuil de VNB nulle de 254,6551 EUR et un niveau économique de 276,8451 EUR utilisé comme diagnostic de *profit testing*. La prime commerciale retenue dans les projections est :

$$P_{\text{Décès}}^{\text{commercial}} = 277 \text{ EUR par an.} \quad (4.2)$$

Ces niveaux doivent être distingués : le premier traduit le coût technique, les suivants constituent des diagnostics économiques, tandis que 277 EUR correspond au tarif commercial effectivement projeté.

4.2.2 InvestPU

InvestPU est un contrat de branche 21 à prime unique. La prime contractuelle hors taxe est fixée à 50 000 EUR. Une taxe de 2 %, soit 1 000 EUR, est acquittée en supplément par le souscripteur. Elle est collectée puis reversée par l'assureur et ne génère aucune marge nette.

Un chargement d'entrée de 3 % est prélevé sur la prime contractuelle :

$$R_0^{\text{InvestPU}} = 50\,000(1 - 3\%) = 48\,500 \text{ EUR.} \quad (4.3)$$

La commission d'acquisition représente 1,50 % de la prime hors taxe.

Le taux garanti est fixé à 1,75 % pendant dix ans. Après prélèvement du chargement commercial annuel de 0,80 % sur l'encours, la progression garantie nette avant participation bénéficiaire vaut :

$$(1 + 1,75\%)(1 - 0,80\%) - 1 = 0,936\% \simeq 0,94\%. \quad (4.4)$$

Une participation bénéficiaire peut s'ajouter à cette rémunération selon la règle définie à la section 4.3.3.

Trois niveaux de chargement sont distingués :

- 0,0772 % : chargement technique équivalent de couverture des coûts ;
- 0,792513 % : niveau issu de l'équation économique du moteur ;
- 0,80 % : chargement commercial annuel sur réserve utilisé dans les projections.

Ces trois taux correspondent à des objets différents et ne doivent pas être interprétés comme trois estimations d'un même « chargement exact ».

4.2.3 Pension

Pension est un contrat de branche 21 à cotisations définies. La cotisation contractuelle annuelle est fixée à 5 000 EUR. Elle constitue une hypothèse commerciale et non le résultat d'une optimisation du moteur.

Un chargement de 1 % est prélevé sur la cotisation :

$$G_t^{net} = 5\,000(1 - 1\%) = 4\,950 \text{ EUR.} \quad (4.5)$$

La commission de distribution représente également 1 % des cotisations encaissées. Elle constitue toutefois un coût distinct du chargement payé par l'assuré.

Le taux garanti est fixé à 1,50 %. La participation bénéficiaire suit la même règle que pour InvestPU.

Le compte technique central fournit une charge fixe équivalente de couverture des coûts de 78,1869 EUR, arrondie à 79 EUR. La charge commerciale retenue est :

$$K_0^{commercial} = 130 \text{ EUR par contrat et par an.} \quad (4.6)$$

Cette charge commerciale est nominale dans le scénario central. Une sensibilité dans laquelle elle est indexée de 2 % par an est étudiée séparément.

4.3 Hypothèses techniques et comportementales

4.3.1 Mortalité

Les hypothèses de mortalité *best estimate* reposent sur les données publiées par Statbel pour les années 2022 à 2024, ventilées par âge et par sexe [13]. Les observations sont agrégées puis régularisées afin de limiter l'incidence des fluctuations accidentelles.

Les projections des trois produits utilisent ainsi une base homogène. Pour Décès, les quotients de mortalité sont majorés de 15 % dans la base tarifaire, alors que la projection centrale utilise les niveaux *best estimate* non majorés. Cette différence constitue une source explicite de marge de mortalité. Aucune surcharge tarifaire de mortalité n'est appliquée à InvestPU et Pension.

Aucune amélioration future de mortalité n'est introduite dans le scénario central. Cette simplification est particulièrement importante pour Pension et les profils jeunes, compte tenu de la durée du runoff.

Les données Statbel décrivent la population générale et non un portefeuille assuré sélectionné. En l'absence de données d'expérience propres à AssurVie, aucun ajustement supplémentaire de sélection n'est appliqué.

4.3.2 Résiliations et rachats

Produit	Hypothèse structurelle	Pénalité de rachat
Décès	Résiliation annuelle de 2 %	Aucune valeur de rachat
InvestPU	1 % en années 1 à 8, puis 10 % en années 9 et 10	2,4 % en année 1, 1,2 % en année 2, puis nulle
Pension	0 % avant 60 ans, puis 5 %	5 % avant 60 ans, puis nulle

Table 4.3: Hypothèses centrales de résiliation et de rachat.

Décès ne comporte aucun mécanisme de rachat dynamique. Pour InvestPU et Pension, le comportement de rachat dépend également de l'écart entre le taux de marché et le rendement crédité :

$$d_{s,t} = r_{s,t}^{\text{marché}} - r_{s,t}^{\text{crédité}}. \quad (4.7)$$

Le taux total est défini par :

$$\ell_{s,t} = \min \left[1, \max \left(0, \ell_t^{\text{structurel}} + RD(d_{s,t}) \right) \right]. \quad (4.8)$$

La fonction $RD(\cdot)$ est une fonction par morceaux inspirée des mécanismes de rachats dynamiques utilisés dans les exercices prudentiels, notamment QIS 5 [?]. Sa paramétrisation détaillée est regroupée en annexe afin de ne pas alourdir le corps du mémoire.

Cette fonction n'est pas calibrée sur des observations propres à AssurVie. Un scénario sans composante dynamique permet d'en mesurer l'incidence.

4.3.3 Participation bénéficiaire

Pour InvestPU et Pension, la participation bénéficiaire est représentée par :

$$PB_{s,t} = \min [3 \%, 85 \% \times \max (R_{s,t} - g - 0,10 \%, 0)], \quad (4.9)$$

où $R_{s,t}$ désigne le rendement financier du scénario s à la date t et g le taux garanti.

La règle centrale redistribue ainsi 85 % du surplus positif après déduction de 10 points de base, dans la limite de 3 % par an. Des taux de redistribution de 80 % et 90 % sont testés.

Cette représentation ne modélise ni lissage intertemporel, ni réserve collective de participation, ni mutualisation entre générations, ni action discrétionnaire de gestion. Elle peut donc affecter le niveau et la volatilité de la PVFP et de la TVOG.

4.3.4 Frais, commissions et attribuabilité

Le modèle distingue :

- les chargements facturés aux assurés, qui constituent des entrées pour l'assureur ;
- les commissions versées aux distributeurs ;
- les frais tarifaires utilisés lors de la construction du prix ;
- les frais économiques *best estimate* utilisés dans les projections.

Les hypothèses tarifaires et de projection sont donc volontairement séparées. Le détail des montants par produit est regroupé dans l'annexe des hypothèses techniques.

Les frais fixes *best estimate* évoluent selon :

$$F_t = F_0(1 + 2\%)^t. \quad (4.10)$$

Le taux de 2 % représente l'évolution attendue des coûts propres à l'entreprise, notamment les salaires et frais de gestion. Il ne correspond pas à une indexation contractuelle sur un indice financier observable.

InvestPU et Pension supportent également un coût annuel de gestion des actifs égal à 0,10 % de la réserve. Le scénario de frais défavorable combine une hausse permanente de 10 % du niveau des frais et une augmentation de 1 point de leur inflation annuelle. Les deux effets ne sont donc pas interprétés séparément.

Sous IFRS 17, seuls les frais directement attribuables à l'exécution des contrats sont compris dans les *Fulfilment Cash Flows* [8]. En l'absence d'une comptabilité analytique détaillée, 95 % des coûts économiques sont supposés directement attribuables :

$$F_t^{IFRS17} = 0,95 F_t^{\text{économique}}. \quad (4.11)$$

Les 5 % restants demeurent des coûts économiques pour l'entreprise, mais sont exclus du PVFCF. Dans une compagnie réelle, cette ventilation nécessiterait une analyse de comptabilité analytique de type *Activity-Based Costing* afin d'identifier les activités, leurs inducteurs de coûts et leur rattachement aux contrats. Cette étude dépasse le périmètre du mémoire. Des proportions non attribuables de 0 %, 10 % et 15 % sont donc testées autour du central de 5 %.

4.3.5 Fiscalité

La PVFP et la VNB sont calculées après application d'un taux uniforme d'impôt sur les sociétés de 25 % [12] :

$$\Pi_t^{\text{après impôt}} = \Pi_t^{\text{avant impôt}} (1 - 25\%). \quad (4.12)$$

Cette convention est appliquée symétriquement aux profits et aux pertes. Elle suppose donc que les pertes fiscales générées par la cohorte peuvent être immédiatement imputées sur des bénéfices taxables réalisés par ailleurs. Le modèle ne représente ni le décalage temporel éventuel de cette récupération, ni les impôts différés, ni la fiscalité détaillée des actifs.

L'impôt sur les sociétés supporté par l'actionnaire n'est pas compris dans les *Fulfilment Cash Flows* IFRS 17 [8]. Cette différence de traitement est isolée explicitement dans le bridge entre VNB et IFRS 17.

4.4 Projection et valorisation des flux

Après fixation des paramètres commerciaux, les contrats sont projetés selon les hypothèses *best estimate*. La séquence annuelle commune est la suivante : encaissement de la prime ou de la cotisation, prélèvement des frais d'acquisition et commissions, évolution financière de la réserve et participation bénéficiaire éventuelle, prélèvement des frais annuels, décès, puis rachat ou résiliation des survivants.

Pour Décès, le montant attendu des prestations de l'année $t + 1$ est :

$$\text{Prest}_{t+1}^{\text{Décès}} = N_t q_{x+t,s}^{BE} C, \quad C = 50\,000 \text{ EUR}, \quad (4.13)$$

où N_t désigne le nombre de contrats en vigueur au début de l'année, $q_{x+t,s}^{BE}$ le quotient de mortalité *best estimate* à l'âge atteint $x + t$ pour le sexe s , et C le capital garanti.

Pour InvestPU et Pension, la projection suit également la réserve, le rendement financier, la garantie, les chargements, la participation bénéficiaire et les sorties anticipées.

La courbe centrale utilisée pour le BEL, le SCR et la valorisation SII/MCEV de la PVFP et de la VNB est la courbe EIOPA EUR applicable à la Belgique avec *Volatility Adjustment*, au 31 décembre 2024 [6]. La *Risk Margin* est actualisée séparément sur la courbe EIOPA *basic risk-free* sans *Volatility Adjustment*.

Sous IFRS 17, les courbes d'actualisation sont construites à partir de la courbe EIOPA *basic risk-free* sans VA. Pour Décès et InvestPU, l'ajustement central est de 25 points de base, avec des sensibilités à 0 et 50 points de base. Pour Pension, la convention centrale du moteur final retient un ajustement de 10 points de base, avec des sensibilités à 0 et 25 points de base.

Un seul générateur de scénarios économiques est utilisé lorsqu'une valorisation stochastique est requise. Il est calibré sur la courbe SII/MCEV avec VA et les mêmes trajectoires économiques sont réutilisées dans les calculs comparables. Aucun générateur IFRS 17 distinct n'est construit.

Pour InvestPU, la mesure IFRS 17 centrale du PVFCF est stochastique et réutilise directement ces trajectoires. Pour Pension, la mesure IFRS 17 centrale conserve la convention déterministe du moteur de référence ; le GSE commun reste néanmoins utilisé pour les diagnostics stochastiques, la TVOG économique et les contrôles de convergence. Décès est valorisé de manière déterministe compte tenu de l'absence d'option ou de garantie financière dans le modèle.

Les scénarios financiers sont générés mensuellement puis agrégés pour les projections annuelles. La construction du générateur Hull–White, les paramètres de simulation, les contrôles de martingalité et les analyses de convergence sont présentés au chapitre 5.

La courbe d'actualisation ne doit pas être confondue avec le rendement réel attendu du portefeuille d'actifs. Les hypothèses de rendement, de crédit, d'allocation et de frais d'actifs sont analysées séparément dans la lecture en univers réel.

4.5 Contrôles et analyses de sensibilité

Les analyses de rentabilité maintiennent les paramètres commerciaux centraux et modifient les hypothèses techniques, financières ou comportementales. Elles mesurent ainsi l'effet d'un écart entre l'expérience projetée et les bases ayant servi à fixer le tarif.

Les principales familles de sensibilités concernent la mortalité et les profils assurés, les frais et leur attributabilité, les commissions, les rachats, les garanties, la participation bénéficiaire, les courbes d'actualisation, le rendement et le risque des actifs ainsi que le coût du capital. Des scénarios combinés permettent également d'identifier les interactions entre plusieurs facteurs défavorables.

Le taux de 6 % constitue la convention centrale de coût du capital à la date d'évaluation. La sensibilité à 4,75 % et la réforme prospective combinant ce taux avec un facteur temporel sont analysées séparément et ne modifient pas le scénario central.

Le CNHR fait par ailleurs l'objet de sensibilités à 4,75 %, 8 % et 10 %. Les deux derniers niveaux permettent d'examiner une exigence de rémunération actionnariale supérieure au coût du capital réglementaire. Ces sensibilités n'affectent ni la *Risk Margin* centrale ni les résultats IFRS 17.

Lorsque le produit comporte une exposition aux actions, le choc réglementaire de 39 % est appliqué directement à la valeur des actifs. Aucune absorption forfaitaire du choc par l'actionnaire n'est introduite. Les chocs de taux, de spread, d'actions, de mortalité, de frais et de rachat ainsi que les matrices de corrélation utilisées pour le SCR sont documentés dans l'annexe méthodologique.

Les limites générales de ces choix méthodologiques et des indicateurs ne sont pas répétées ici ; elles sont synthétisées à la section 3.3. Les analyses de sensibilité permettent ensuite d'en apprécier quantitativement la matérialité.

5 Modélisation financière et générateur de scénarios économiques

5.1 Objectif et périmètre

La modélisation financière intervient dans la valorisation des garanties et des mécanismes dont les flux dépendent de l'évolution des marchés. Elle alimente notamment la participation bénéficiaire, les rachats dynamiques et la *Time Value of Options and Guarantees* (TVOG).

Le traitement dépend de la nature du produit. Le contrat Décès ne comporte ni réserve d'épargne, ni taux garanti, ni participation bénéficiaire. Sa valorisation financière centrale est donc déterministe et sa TVOG est nulle.

InvestPU et Pension comportent au contraire des garanties financières. Dans l'approche SII/MCEV, leur valorisation *certainty equivalent* est complétée par des simulations stochastiques afin de mesurer notamment la TVOG. Sous IFRS 17, InvestPU utilise également une valorisation stochastique centrale, tandis que Pension conserve, dans le moteur final, une convention centrale déterministe.

Produit	Traitement	Mécanismes financiers principaux
Décès	Déterministe	Actualisation des flux ; absence de garantie financière et $TVOG = 0$.
InvestPU	Déterministe et stochastique	Garantie de 1,75 % sur dix ans, participation bénéficiaire, rachats dynamiques et valorisation IFRS 17 stochastique.
Pension	SII/MCEV : déterministe et stochastique ; IFRS 17 central : déterministe	Garantie de 1,50 %, participation bénéficiaire et rachats dynamiques jusqu'à l'extinction des obligations.

Table 5.1: Traitement financier des trois produits.

Le générateur couvre un horizon maximal de 37 ans, correspondant à l'horizon jusqu'à l'âge de 67 ans pour un assuré âgé de 30 ans. Sous SII/MCEV, la valorisation de Pension porte uniquement sur l'obligation issue de la première cotisation comprise dans les nouvelles affaires. Sous IFRS 17, les cotisations futures attendues sont au contraire incluses dans la frontière contractuelle jusqu'à la retraite, conformément au périmètre défini à la section 4.1.3.

5.2 Courbes de valorisation

Les courbes utilisées pour la valorisation sont distinctes des taux techniques employés lors de la tarification. Cette séparation évite de confondre les hypothèses commerciales avec les conventions de mesure.

5.2.1 Courbe Solvabilité II / MCEV

La valorisation économique centrale ainsi que le générateur de scénarios utilisent la courbe EIOPA EUR applicable à la Belgique avec *Volatility Adjustment*, au 31 décembre 2024 [9, 5, 6].

Si z_t^{SII} désigne le taux zéro-coupon annuel effectif de maturité t , le facteur d'actualisation est :

$$DF^{SII}(0, t) = \left(1 + z_t^{SII}\right)^{-t}. \quad (5.1)$$

Le taux forward annuel associé est obtenu par :

$$f_t^{SII} = \frac{DF^{SII}(0, t-1)}{DF^{SII}(0, t)} - 1. \quad (5.2)$$

La courbe officielle est utilisée sur l'ensemble des maturités nécessaires. Les modalités d'interpolation et de passage au pas mensuel sont regroupées dans l'annexe C.

Cette convention doit être distinguée de celle de la *Risk Margin*, pour laquelle l'actualisation repose sur la courbe EIOPA *basic risk-free* sans *Volatility Adjustment*.

5.2.2 Courbe d'actualisation IFRS 17

Sous IFRS 17, les taux d'actualisation doivent refléter notamment la valeur temps de l'argent, les caractéristiques des flux et leur liquidité [8].

Le mémoire retient une convention académique construite à partir de la courbe EIOPA *basic risk-free* sans VA. L'ajustement appliqué dépend du produit :

$$z_{j,t}^{IFRS17} = z_t^{basic} + LP_j, \quad (5.3)$$

avec :

$$LP_{\text{Décès}} = LP_{\text{InvestPU}} = 25 \text{ pb}, \quad LP_{\text{Pension}} = 10 \text{ pb}. \quad (5.4)$$

Les facteurs d'actualisation IFRS 17 sont alors :

$$DF_j^{IFRS17}(0, t) = \left(1 + z_{j,t}^{IFRS17}\right)^{-t}. \quad (5.5)$$

Ces ajustements constituent des conventions académiques d'actualisation et non le résultat d'une calibration empirique de liquidité propre aux portefeuilles modélisés.

Pour Décès et InvestPU, des sensibilités à 0 et 50 points de base encadrent l'ajustement central de 25 points de base. Pour Pension, l'ajustement central de 10 points de base est encadré par des sensibilités à 0 et 25 points de base.

Il est important de distinguer les courbes d'actualisation IFRS 17 du générateur de scénarios économiques. Une modification de l'ajustement IFRS 17 ne crée pas de nouvelles trajectoires économiques : elle modifie uniquement la valorisation des flux sous ce référentiel.

5.3 Générateur de scénarios économiques

5.3.1 Modèle de Hull–White à un facteur

Le générateur de taux repose sur un modèle de Hull–White à un facteur sous la mesure risque-neutre $\mathbb{Q}$ [7, 2].

Le taux court satisfait :

$$dr_t = [\theta(t) - \kappa r_t] dt + \sigma_{HW} dW_t^{\mathbb{Q}}, \quad (5.6)$$

où κ représente la vitesse de retour à la moyenne, σ_{HW} la volatilité instantanée du taux court et $\theta(t)$ une fonction déterministe permettant d'ajuster le modèle à la structure initiale des taux.

Les paramètres retenus sont :

$$\kappa = 0,10, \quad \sigma_{HW} = 1,48 \%. \quad (5.7)$$

Les simulations sont réalisées à pas mensuel à l'aide de la transition exacte du processus gaussien. La dérivation de la fonction $\theta(t)$, la transition exacte et les détails d'implémentation sont reportés à l'annexe C.

5.3.2 Scénarios communs et reproductibilité

Un seul générateur de scénarios économiques est utilisé pour l'ensemble des valorisations stochastiques. Il est calibré sur la courbe SII/MCEV avec *Volatility Adjustment*. Aucun générateur spécifique à IFRS 17 n'est construit.

Lorsqu'une valorisation IFRS 17 est stochastique, les trajectoires économiques générées dans le cadre SII/MCEV sont réutilisées ; le référentiel IFRS 17 applique ensuite ses propres conventions de flux, de frontière et d'actualisation.

Cette construction permet de limiter le bruit numérique dans les comparaisons et d'éviter qu'un écart entre les mesures ne provienne simplement de nombres aléatoires différents.

Le générateur central utilise 10 000 trajectoires économiques. Des variables antithétiques sont employées afin de réduire la variance des estimateurs. Une graine fixe est conservée et les mêmes nombres aléatoires sont réutilisés entre le scénario central et les sensibilités lorsque le choc étudié le permet.

La convergence est contrôlée sur 1 000, 2 000, 5 000 et 10 000 scénarios. Pour la TVOG, un contrôle complémentaire est réalisé à 20 000 scénarios. Les tableaux correspondants sont regroupés dans l'annexe technique.

Pour Pension, ces simulations restent utilisées pour la valorisation stochastique SII/MCEV, la TVOG et les diagnostics numériques. La mesure centrale du PVFCF IFRS 17 conserve toutefois la convention déterministe du moteur final.

5.4 Rendement annuel transmis aux moteurs produits

Les moteurs produits fonctionnent principalement à pas annuel. Une composante de rendement annuel est donc construite autour du taux forward issu de la courbe SII/MCEV centrale avec VA :

$$1 + R_{s,t} = \left(1 + f_t^{SII}\right) \exp\left(-\frac{1}{2}\sigma_R^2 + \sigma_R Z_{s,t}^R\right), \quad \sigma_R = 4 \%. \quad (5.8)$$

La correction de dérive implique :

$$\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[1 + R_{s,t}] = 1 + f_t^{SII}. \quad (5.9)$$

La volatilité $\sigma_R = 4 \%$ représente la dispersion annuelle transmise aux moteurs produits. Elle est distincte de la volatilité instantanée σ_{HW} du taux court dans l'équation (5.6).

Cette construction constitue une interface simplifiée entre le GSE et les comptes produits. Elle ne correspond pas à la modélisation titre par titre d'un portefeuille d'actifs.

5.5 Utilisation des scénarios dans les produits

Dans les valorisations stochastiques d'InvestPU et de Pension, les trajectoires financières influencent directement la rémunération créditée aux contrats. La participation bénéficiaire est calculée selon la

règle définie à l'équation (4.9).

Le rendement crédité s'écrit :

$$r_{s,t}^{credit} = g_t + PB_{s,t}, \quad (5.10)$$

où g_t représente le taux garanti et $PB_{s,t}$ la participation bénéficiaire.

Les mêmes trajectoires interviennent dans le mécanisme de rachats dynamiques : l'écart entre le rendement de marché et le rendement crédité modifie le taux de sortie selon la fonction définie à l'équation (4.8).

Ainsi, les garanties, la participation bénéficiaire et les rachats ne sont pas valorisés indépendamment : ils interagissent à l'intérieur d'un même scénario économique. Cette interaction contribue à l'asymétrie des profits futurs et, par conséquent, à la TVOG.

Les hypothèses détaillées relatives à la participation bénéficiaire et aux rachats sont définies respectivement aux sections 4.3.3 et 4.3.2. Elles ne sont pas répétées ici.

5.6 TVOG et valorisation stochastique

La définition de la TVOG est donnée à l'équation (3.3). Pour InvestPU et Pension, sa détermination dans l'approche SII/MCEV repose sur la comparaison entre la PVFP *certainty equivalent* et la moyenne des PVFP issues des N scénarios :

$$\overline{PVFP}_j^{stoch} = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N PVFP_{j,s}^{stoch}, \quad j \in \{\text{InvestPU}, \text{Pension}\}. \quad (5.11)$$

La TVOG publiée est ensuite obtenue conformément à l'équation (3.3). Sa valeur brute, avant application du plancher à zéro, est néanmoins conservée dans les sorties de contrôle afin de distinguer un éventuel bruit Monte-Carlo d'un effet économique réel.

Pour Pension, cette TVOG économique porte sur l'obligation issue de la première cotisation comprise dans la frontière SII/MCEV, projetée jusqu'à son extinction. Elle ne porte donc pas sur l'ensemble des cotisations futures incluses dans la frontière IFRS 17.

Pour Décès :

$$TVOG_{\text{Décès}} = 0. \quad (5.12)$$

5.7 Contrôles de martingalité et convergence

La cohérence avec la courbe initiale SII/MCEV avec VA constitue un contrôle essentiel du générateur. Pour une maturité T , la moyenne simulée des facteurs d'actualisation bruts est comparée au prix zéro-coupon initial $P^M(0, T)$.

Afin de supprimer le biais Monte-Carlo résiduel dans les facteurs utilisés par les moteurs, une correction multiplicative par maturité est appliquée :

$$\widetilde{D}_s(0, T) = D_s^{raw}(0, T) \frac{P^M(0, T)}{\frac{1}{N} \sum_{u=1}^N D_u^{raw}(0, T)}. \quad (5.13)$$

Par construction :

$$\frac{1}{N} \sum_{s=1}^N \widetilde{D}_s(0, T) = P^M(0, T). \quad (5.14)$$

Les erreurs obtenues avant correction restent conservées comme diagnostic de la qualité brute du générateur.

Les contrôles sont réalisés sur plusieurs maturités couvrant les horizons courts et longs des produits. Ils sont complétés par la vérification de la positivité des facteurs d'actualisation, de la reproductibilité des trajectoires, du respect des bornes comportementales et de la stabilité des valorisations lorsque le nombre de scénarios augmente.

5.8 Projection illustrative des actifs en univers réel

La valorisation de la VNB et de la TVOG est réalisée dans un cadre market-consistent. Le rendement réellement attendu du portefeuille d'actifs ne peut donc pas être ajouté à la PVFP comme une source certaine de valeur.

Afin de répondre à cette limite, une projection illustrative distincte est réalisée en univers réel. Elle met en relation le rendement attendu, le risque des actifs et l'allocation retenue.

Cette projection constitue un *business plan* complémentaire. Elle ne modifie ni la PVFP market-consistent, ni la TVOG, ni la VNB centrale. Ses résultats sont uniquement utilisés pour enrichir l'interprétation économique des sensibilités relatives au rendement et au risque des actifs.

5.9 Limites de la modélisation financière

Le dispositif retenu vise à fournir un cadre cohérent de comparaison et non une représentation exhaustive de l'ALM d'une compagnie réelle.

Le modèle de Hull-White à un facteur ne permet notamment pas de représenter indépendamment les mouvements de niveau, de pente et de courbure de la structure des taux. De plus, les paramètres κ et σ_{HW} ne résultent pas d'une calibration sur une surface complète de swaptions. La reproduction de la courbe initiale ne garantit donc pas une reproduction complète des prix d'options observés sur le marché.

La composante annuelle de volatilité $\sigma_R = 4\%$ constitue également une simplification : le portefeuille d'actifs n'est pas modélisé titre par titre et les opérations de réinvestissement, de vente ou de couverture ne sont pas reproduites explicitement.

Enfin, la participation bénéficiaire et les rachats dynamiques reposent sur des règles académiques. Les ajustements d'actualisation IFRS 17 retenus ne sont pas calibrés sur des portefeuilles réels d'actifs. Les sensibilités correspondantes permettent d'apprécier la matérialité de ces choix.

Ces limites complètent celles relatives aux indicateurs présentées à la section 3.3. Elles impliquent d'interpréter les résultats comme propres aux produits fictifs et aux conventions du modèle.

6 Valorisation sous Solvabilité II et approche MCEV

Ce chapitre présente les résultats du profil central H45 obtenus selon le cadre prudentiel Solvabilité II et l'approche économique inspirée des principes MCEV. Les définitions du BEL, de la Risk Margin, de la PVFP, de la TVOG et de la VNB ayant été introduites précédemment, elles ne sont pas répétées ici.

La date d'évaluation est fixée au 31 décembre 2024. Les projections reposent sur les hypothèses *best estimate* décrites au chapitre 4. La valorisation du BEL, du SCR et des composantes économiques de la VNB utilise la courbe EIOPA EUR applicable à la Belgique avec *Volatility Adjustment*, au 31 décembre 2024 [9, 5, 6]. La *Risk Margin* est actualisée séparément sur la courbe EIOPA *basic risk-free* sans *Volatility Adjustment*. Les calculs sont réalisés *stand-alone* sur des cohortes de 1 000 contrats, sans diversification entre les trois produits.

Pour Pension, seule la première cotisation appartient aux nouvelles affaires valorisées à la date initiale sous SII/MCEV. L'obligation qu'elle génère reste néanmoins projetée jusqu'à son extinction, conformément à la frontière et au runoff définis à la section 4.1.3.

6.1 BEL, PVFP et coût des garanties

Le BEL est déterminé conformément à l'équation (2.3). Il comprend l'ensemble des flux nécessaires à l'exécution des obligations situées dans le périmètre retenu. Contrairement au traitement IFRS 17, les frais économiques nécessaires au respect de ces engagements ne sont pas filtrés selon leur attributabilité comptable.

La PVFP *certainty equivalent* et la TVOG sont calculées selon les équations (3.2) et (3.3). La valeur market-consistent des profits futurs est donc donnée par l'équation (3.4).

Produit	BEL	PVFP ^{CE}	TVOG	PVFP ^{MC}
(EUR)				
Décès	-290 343	217 758	0	217 758
InvestPU	48 699 484	2 923 113	1 943 890	979 223
Pension	4 515 566	640 687	274 812	365 875

Table 6.1: BEL, PVFP et TVOG du profil central H45.

Le BEL négatif du produit Décès signifie que, selon la convention de signe retenue, la valeur actuelle des primes futures excède celle des prestations et frais attendus. Il ne constitue pas à lui seul un indicateur de rentabilité.

Pour InvestPU, la TVOG représente environ deux tiers de la $PVFP^{CE}$. La garantie de 1,75 %, la participation bénéficiaire et les comportements de rachat créent ainsi une asymétrie importante entre scénarios favorables et défavorables.

La TVOG de Pension est également significative. Elle porte uniquement sur l'obligation créée par la première cotisation, mais cette obligation reste exposée à la garantie de 1,50 %, à la participation bénéficiaire et aux rachats pendant tout son runoff.

6.2 Solvency Capital Requirement et Risk Margin

6.2.1 Évaluation du Solvency Capital Requirement

Le *Solvency Capital Requirement* (SCR) représente le capital destiné à absorber une détérioration importante de la situation économique de l'assureur sur un horizon d'un an. Dans la formule standard de Solvabilité II, il correspond à une mesure de risque calibrée avec un niveau de confiance de 99,5 % sur les fonds propres de base [9, 5].

Dans ce mémoire, la formule standard est reproduite de manière simplifiée au niveau de chaque cohorte de nouvelles affaires. Le SCR obtenu ne constitue donc pas le SCR réglementaire complet d'une compagnie, mais une mesure *stand-alone* du capital associé aux risques effectivement modélisés.

6.2.1.1 Principe de calcul par choc

Le moteur détermine d'abord la situation centrale, puis recalcule la valeur économique du portefeuille après application de chaque choc.

Pour un risque i , le capital est défini par :

$$SCR_i = \max \left(BOF^{central} - BOF_i^{choc}, 0 \right), \quad (6.1)$$

où BOF désigne les *Basic Own Funds*.

Lorsque le choc ne modifie que les engagements, les actifs étant inchangés, la perte de fonds propres peut être représentée par l'augmentation du BEL :

$$SCR_i = \max \left(BEL_i^{choc} - BEL^{central}, 0 \right). \quad (6.2)$$

Cette seconde écriture est notamment utilisée pour les risques de souscription vie. Pour les risques de marché d'InvestPU et de Pension, la variation des actifs est également intégrée afin d'éviter une mesure purement passive du risque.

Les paramètres tarifaires et commerciaux restent inchangés dans les scénarios de SCR. Le calcul mesure ainsi la perte associée à un choc sur l'expérience future et non l'effet d'une re-tarification du contrat.

6.2.1.2 Risques modélisés

Le périmètre dépend de la nature du produit :

Risque	Décès	InvestPU	Pension
Mortalité	Oui	Oui	Oui
Longévité	–	Oui	Oui
Frais	Oui	Oui	Oui
Rachat / résiliation	Oui	Oui	Oui
Catastrophe vie	Oui	Oui	Oui
Taux	Oui	Oui	Oui
Actions	–	Oui	Oui
Spread	–	Oui	Oui
Opérationnel	Oui	Oui	Oui

Table 6.2: Risques pris en compte dans le SCR des trois produits.

Le risque de longévité n'est pas retenu pour le contrat temporaire décès, puisqu'une diminution de la mortalité n'est pas le scénario défavorable naturel de ce produit. Pour les produits d'épargne, le choc est néanmoins testé et ne génère un capital que lorsqu'il détériore effectivement la valeur du portefeuille.

Les risques de change, immobilier, concentration et défaut de contrepartie ne sont pas modélisés séparément. Cette restriction provient du caractère agrégé du portefeuille fictif d'actifs et constitue une limite de l'application.

6.2.1.3 Chocs de souscription vie

Les principaux chocs appliqués par le moteur sont résumés dans le tableau 6.3. Les paramètres complets sont repris à l'annexe D.

Risque	Choc appliqué
Mortalité	Hausse permanente de 15 % des quotients de mortalité <i>best estimate</i> .
Longévité	Baisse permanente de 20 % des quotients de mortalité.
Frais	Hausse permanente de 10 % du niveau des frais et augmentation de 1 point du taux annuel d'inflation des frais.
Rachat hausse	Multiplication des taux centraux par 1,50.
Rachat baisse	Multiplication des taux centraux par 0,50.
Rachat massif	Sortie immédiate de 40 % du portefeuille en première année.
Catastrophe vie	Hausse absolue de 0,15 point de pourcentage des quotients de mortalité pendant la première année.

Table 6.3: Principaux chocs de souscription vie appliqués dans les moteurs.

Le choc de mortalité s'écrit ainsi :

$$q_{x,t}^{mort} = 1,15 q_{x,t}^{BE}, \quad (6.3)$$

et le choc de longévité :

$$q_{x,t}^{long} = 0,80 q_{x,t}^{BE}. \quad (6.4)$$

Pour la catastrophe vie :

$$q_{x,1}^{cat} = q_{x,1}^{BE} + 0,0015. \quad (6.5)$$

Pour le risque de rachat, trois valorisations sont réalisées séparément. Le capital retenu est le maximum des pertes :

$$SCR_{rachat} = \max(SCR_{up}, SCR_{down}, SCR_{mass}). \quad (6.6)$$

Pour Décès, le terme « rachat » correspond à une résiliation sans valeur de rachat. Une sortie anticipée peut néanmoins être défavorable lorsqu'elle fait disparaître des primes et des marges futures.

6.2.1.4 Risques de marché

Le risque de taux est mesuré dans les deux directions. Les facteurs de choc varient selon la maturité et sont présentés intégralement à l'annexe D.

Pour une maturité t , les courbes choquées sont construites selon :

$$z_t^{up} = z_t + \max(s_t^{up} z_t, 1\%), \quad (6.7)$$

et :

$$z_t^{down} = \max[z_t(1 - s_t^{down}), 0]. \quad (6.8)$$

Pour Décès, les actifs financiers ne sont pas modélisés dans ce module. Le capital de taux dépend donc uniquement de la variation du passif :

$$SCR_{taux}^{Décès} = \max(BEL^{up} - BEL^{central}, BEL^{down} - BEL^{central}, 0). \quad (6.9)$$

Pour InvestPU et Pension, les actifs et les passifs sont affectés simultanément. L'exposition obligataire est définie par :

$$E_{oblig} = A_0(w_{souv} + w_{corp}), \quad (6.10)$$

où A_0 représente l'exposition initiale et w_{souv} et w_{corp} les poids des obligations souveraines et corporate.

L'effet du choc sur le portefeuille obligataire est approché à l'aide de sa duration. Le capital de taux est alors :

$$SCR_{taux} = \max[L_A^{up} + BEL^{up} - BEL^{central}, BEL^{down} - BEL^{central} - G_A^{down}, 0], \quad (6.11)$$

où L_A^{up} représente la perte obligataire en cas de hausse des taux et G_A^{down} le gain obligataire en cas de baisse.

Le risque actions est appliqué à l'intégralité de l'exposition actions du portefeuille :

$$SCR_{actions} = A_0 w_{actions} \times 39\%. \quad (6.12)$$

Aucune absorption forfaitaire du choc par l'actionnaire n'est introduite.

Le risque de spread est représenté par le proxy académique :

$$SCR_{spread} = A_0 w_{corp} \times 4,5\%. \quad (6.13)$$

Ces deux dernières relations constituent des simplifications du module de marché. Une application réglementaire complète nécessiterait une granularité supérieure sur la nature, la qualité de crédit, la duration et la notation des actifs.

6.2.1.5 Agrégation des risques

Les sous-modules ne sont pas additionnés directement. Pour un bloc de risques $\mathcal{M}$, l'agrégation est réalisée selon :

$$SCR_{\mathcal{M}} = \sqrt{\mathbf{s}_{\mathcal{M}}^T \Gamma_{\mathcal{M}} \mathbf{s}_{\mathcal{M}}}, \quad (6.14)$$

où $\mathbf{s}_{\mathcal{M}}$ contient les SCR individuels et $\Gamma_{\mathcal{M}}$ la matrice de corrélation correspondante.

Pour InvestPU et Pension, le bloc de marché regroupe les risques de taux, d'actions et de spread. Le bloc vie et le bloc marché sont ensuite agrégés avec une corrélation de 25% :

$$BSCR = \sqrt{SCR_{vie}^2 + SCR_{marche}^2 + 2 \times 0,25 \times SCR_{vie} SCR_{marche}}. \quad (6.15)$$

Les matrices de corrélation complètes utilisées par les moteurs sont présentées à l'annexe D.

6.2.1.6 Risque opérationnel et SCR total

Le risque opérationnel est ajouté au BSCR.

Pour InvestPU et Pension, la base simplifiée retenue est :

$$Base_{op} = 4 \% P_1 + 0,45 \% \max(BEL_0, 0), \quad (6.16)$$

où P_1 représente les primes ou cotisations de première année.

Le capital opérationnel est plafonné à 30 % du BSCR :

$$SCR_{op} = \min(Base_{op}, 30 \% BSCR). \quad (6.17)$$

Pour Décès, seule la composante égale à 4 % des primes de première année est utilisée, avec le même plafond.

Aucune capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques ou par les impôts différés n'est retenue dans l'approche *stand-alone* :

$$LAC_{TP} = 0, \quad LAC_{DT} = 0. \quad (6.18)$$

Le SCR total est donc :

$$\boxed{SCR = BSCR + SCR_{op}}. \quad (6.19)$$

6.2.1.7 Particularité du produit Pension

Pour Pension, le SCR initial reste une mesure de risque à horizon d'un an, mais il est calculé sur le périmètre de l'obligation issue de la première cotisation comprise dans la frontière des nouvelles affaires sous SII/MCEV.

La limitation de cette frontière à la première cotisation ne signifie donc pas que le passif disparaît après la première année. La réserve issue de cette cotisation ainsi que les prestations, frais, garanties et risques qu'elle génère continuent d'être projetés jusqu'à leur extinction.

Le profil de capital futur utilisé notamment pour la Risk Margin, le CNHR et le FCRC est donc projeté sur ce runoff.

6.2.1.8 Résultats centraux

Les SCR initiaux obtenus pour le profil central H45 sont :

Produit	SCR initial (EUR)	VNB/SCR (%)
Décès	312 032	36,6
InvestPU	4 344 342	9,1
Pension	949 879	5,6

Table 6.4: SCR initial et valeur créée relativement au capital mobilisé.

Décès mobilise le moins de capital et son SCR est principalement porté par les risques de souscription vie. Son module de taux est nul dans le scénario central.

InvestPU présente le SCR le plus élevé, ce qui s'explique par l'importance de la réserve associée aux 50 millions d'euros de primes uniques de la cohorte et par l'exposition simultanée aux risques de taux, d'actions, de spread et de rachat.

Pension présente un SCR intermédiaire. Son interprétation doit tenir compte du fait que seule la première cotisation appartient aux nouvelles affaires initiales sous SII/MCEV, tandis que l'obligation correspondante continue de porter des risques pendant son runoff.

Le ratio VNB/SCR constitue ici un indicateur d'efficacité du capital. Il ne doit pas être interprété comme un rendement annuel des fonds propres.

Les calculs détaillés des différents chocs, les matrices de corrélation, les facteurs de taux par maturité et la séquence complète d'agrégation sont présentés à l'annexe D.

6.2.2 Risk Margin

La *Risk Margin* (RM) complète le *Best Estimate Liability* dans la détermination des provisions techniques sous Solvabilité II. Son principe général a été présenté à l'équation (2.4). Elle représente le coût associé à la mobilisation future du capital nécessaire pour porter les risques concernés jusqu'à l'extinction des engagements [9, 5].

Dans le modèle, la Risk Margin centrale est calculée selon :

$$RM_0 = CoC_{RM} \sum_{t=0}^{T-1} SCR_{RU}(t) DF^{basic}(0, t+1), \quad CoC_{RM} = 6\%. \quad (6.20)$$

où $SCR_{RU}(t)$ représente le capital projeté associé aux risques retenus pour l'entreprise de référence à la date t , et $DF^{basic}(0, t+1)$ le facteur d'actualisation correspondant à la courbe EIOPA EUR *basic risk-free* sans *Volatility Adjustment*.

Le calcul ne consiste donc pas à appliquer 6 % au seul SCR initial. Le profil de capital est recalculé année après année sur le portefeuille résiduel :

$$SCR_{RU}(0), SCR_{RU}(1), \dots, SCR_{RU}(T-1). \quad (6.21)$$

À mesure que les contrats arrivent à échéance, décèdent ou sortent du portefeuille, l'exposition aux risques diminue généralement, ce qui entraîne une décroissance progressive du capital projeté.

Pour Pension, la frontière SII/MCEV est limitée à la première cotisation. Le profil de capital futur ne porte donc pas sur les nouvelles cotisations versées au cours des années suivantes, mais sur le runoff de l'obligation créée par cette première cotisation. Pour le profil central H45, cette obligation peut subsister jusqu'à l'âge de 67 ans.

Les résultats centraux obtenus sont :

Produit	BEL	Risk Margin	Provisions techniques (EUR)
Décès	-290 343	98 795	-191 549
InvestPU	48 699 484	459 416	49 158 900
Pension	4 515 566	281 859	4 797 425

Table 6.5: BEL, Risk Margin et provisions techniques du profil central H45.

La Risk Margin est la plus élevée en valeur absolue pour InvestPU, compte tenu du volume des engagements et du capital projeté. Pour Pension, son niveau doit être interprété au regard du runoff de l'obligation créée par la première cotisation. Pour Décès, le BEL central est négatif alors que la Risk Margin reste positive ; les provisions techniques résultantes demeurent donc négatives dans le périmètre *stand-alone* étudié.

Le taux de 6 % correspond à la convention centrale retenue à la date d'évaluation. Deux analyses complémentaires sont réalisées au chapitre 9 :

- une sensibilité au seul taux de coût du capital de 4,75 %, afin d'isoler l'effet du changement de taux ;
- une analyse prospective combinant le taux de 4,75 % avec le facteur temporel retenu dans le scénario de réforme.

Ces analyses ne modifient pas la Risk Margin centrale utilisée dans les résultats au 31 décembre 2024.

Enfin, la Risk Margin ne doit pas être confondue avec le CNHR. Les deux mesures utilisent une logique de coût du capital, mais répondent à des objectifs différents : la Risk Margin appartient aux provisions techniques prudentielles, tandis que le CNHR constitue une déduction dans la mesure économique de la VNB. Cette distinction est particulièrement importante dans le bridge entre les mesures prudentielles, économiques et IFRS 17.

6.3 Value of New Business

La VNB est calculée conformément à l'équation (3.1). Il est utile, pour la lecture des résultats, de faire apparaître explicitement le passage de la PVFP *certainty equivalent* à la PVFP market-consistent :

Produit	PVFP ^{CE}	TVOG	PVFP ^{MC}	CNHR	FCRC	VNB
(EUR)						
Décès	217 758	0	217 758	97 866	5 762	114 129
InvestPU	2 923 113	1 943 890	979 223	455 335	126 893	396 995
Pension	640 687	274 812	365 875	277 258	35 746	52 872

Table 6.6: Décomposition de la VNB centrale du profil H45.

Les trois produits présentent une VNB positive dans le scénario central, mais leur structure de création de valeur diffère fortement.

Décès atteint une VNB de 114 129 EUR. L'absence de garantie financière explique une TVOG nulle ; les principales déductions portent donc sur le CNHR et le FCRC.

InvestPU présente la VNB absolue la plus élevée, soit 396 995 EUR, mais sa $PVFP^{CE}$ est fortement réduite par une TVOG de 1 943 890 EUR. La garantie financière constitue ainsi un déterminant majeur de sa rentabilité économique.

Pension génère une VNB de 52 872 EUR. Son montant doit être interprété au regard de la frontière SII/MCEV limitée à la première cotisation : les coûts des garanties, des risques et du capital sont néanmoins projetés sur le runoff de l'obligation correspondante.

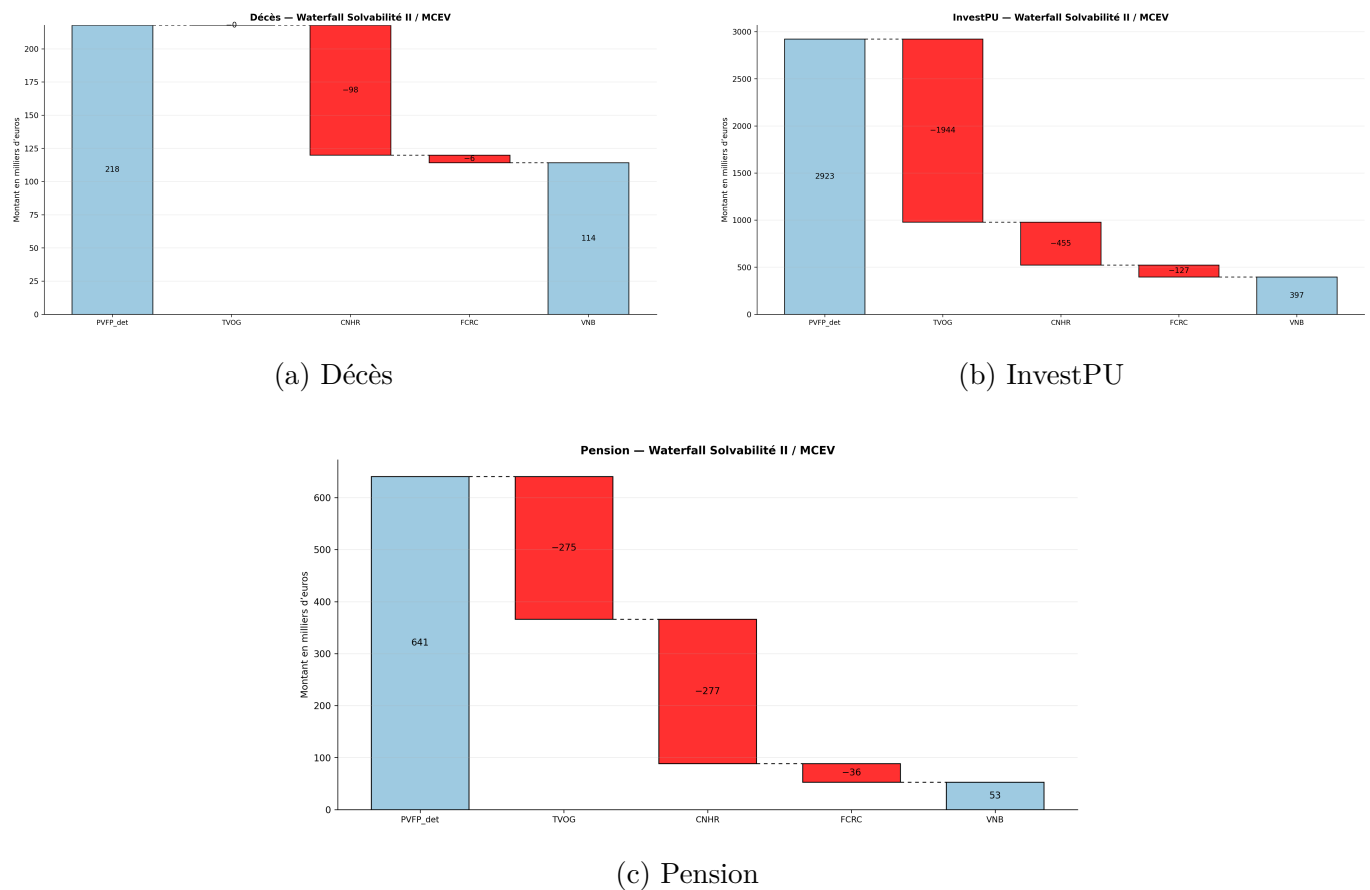


Figure 6.1: Décomposition de la PVFP *certainty equivalent* à la VNB pour les trois produits.

Afin de comparer les produits indépendamment de leur volume de primes, la marge définie à l'équation (3.7) est privilégiée :

Produit	VNB (EUR)	Marge de VNB (%)	VNB/SCR (%)
Décès	114 129	5,0317	36,6
InvestPU	396 995	0,7940	9,1
Pension	52 872	1,0574	5,6

Table 6.7: Création de valeur et efficacité du capital du profil central H45.

La marge de VNB apporte une lecture différente du montant absolu. InvestPU produit la VNB totale la plus élevée, mais son volume de primes est également très important. Décès présente la marge de VNB et le ratio VNB/SCR les plus élevés des trois produits. Pension demeure créateur de valeur dans le scénario central, mais avec une marge plus limitée.

Le ratio VNB/SCR est utilisé comme indicateur d'efficacité du capital. Il ne constitue pas un rendement annuel des fonds propres.

6.4 Synthèse

Les résultats centraux mettent en évidence trois profils économiques distincts. Décès bénéficie de l'absence de garantie financière et présente la meilleure création de valeur relativement au volume de primes et au capital initial. InvestPU génère davantage de valeur en montant, mais cette valeur

est fortement réduite par le coût de sa garantie. Pension reste profitable dans le périmètre de nouvelles affaires retenu sous SII/MCEV, tout en supportant sur plusieurs années les risques attachés à l'obligation constituée par la première cotisation.

Une VNB centrale positive ne garantit toutefois pas la robustesse du produit. Les effets des hypothèses de mortalité, de frais, de garantie, de rachats, de courbes, de participation bénéficiaire, de coût du capital et de profil assuré sont donc examinés dans le chapitre consacré aux analyses de sensibilité. Les limites générales de l'approche *stand-alone* et des indicateurs ont déjà été présentées à la section 3.3 et ne sont pas répétées ici.

7 Valorisation sous IFRS 17

Les principes de mesure d'IFRS 17, la convention de signe, les frontières contractuelles et les hypothèses d'actualisation ayant été définis dans les chapitres précédents, ce chapitre se concentre sur les résultats de la mesure initiale des nouvelles affaires.

L'analyse repose sur la valeur actuelle des flux futurs (*PVFCF*), le *Risk Adjustment* (RA), la *Contractual Service Margin* (CSM) et, lorsqu'un groupe est onéreux, la *Loss Component* (LC). La CSM est interprétée comme un profit non acquis relatif aux services futurs et non comme une mesure de valeur actionnariale.

7.1 Résultats de la mesure initiale

La convention de signe est celle définie à l'équation (2.5) : les sorties sont positives et les entrées négatives. Un *PVFCF* négatif représente donc une position nette favorable à l'assureur avant prise en compte du risque non financier.

Les *Fulfilment Cash Flows*, la CSM et la LC sont obtenus conformément aux équations (2.6) et (2.7). Les résultats du profil central H45 pour une cohorte de 1 000 contrats sont présentés dans le tableau 7.1.

Produit	PVFCF	RA	FCF	CSM	LC
(EUR)					
Décès	−323 210	92 944	−230 265	230 265	0
InvestPU	−1 449 013	302 570	−1 146 444	1 146 444	0
Pension	−1 849 893	343 370	−1 506 523	1 506 523	0

Table 7.1: Mesure initiale IFRS 17 du profil central H45.

Les trois groupes centraux présentent des *FCF* négatifs. Ils sont donc profitables à la comptabilisation initiale et aucune *Loss Component* n'est constituée dans le scénario central. Cette conclusion n'implique pas que la rentabilité soit insensible aux hypothèses : les analyses de sensibilité montrent que les marges peuvent être fortement réduites dans certaines configurations défavorables.

7.2 Lecture par produit

7.2.1 Décès

Pour Décès, le *PVFCF* atteint −323 210 EUR. Les primes futures et autres entrées attribuables excèdent ainsi, en valeur actuelle, les prestations, commissions et frais directement attribuables.

Après prise en compte d'un RA de 92 944 EUR, la CSM initiale s'élève à :

$$CSM_{\text{Décès},0} = 230\,265 \text{ EUR.} \quad (7.1)$$

Le produit ne comporte pas de garantie financière dans le modèle. Sa marge IFRS 17 dépend donc principalement de la mortalité attendue, des résiliations, des frais et de la compensation associée aux risques non financiers.

7.2.2 InvestPU

InvestPU présente un $PVFCF$ de $-1\,449\,013$ EUR. La prime unique de $50\,000$ EUR par contrat, soit 50 millions d'euros pour la cohorte, est encaissée à l'origine, tandis que les prestations, rachats, frais, garanties et participations bénéficiaires s'étendent sur dix ans.

Après un RA de $302\,570$ EUR :

$$CSM_{\text{InvestPU},0} = 1\,146\,444 \text{ EUR.} \quad (7.2)$$

InvestPU présente une CSM importante en valeur absolue. Cette position ne doit toutefois pas être assimilée à une création de valeur économique équivalente : le produit présente un volume de primes élevé et supporte une TVOG importante dans l'approche économique.

La valorisation centrale réutilise les trajectoires économiques du GSE commun. Les différences de résultat par rapport à l'approche SII/MCEV ne proviennent donc pas d'un générateur de scénarios distinct, mais des conventions propres à IFRS 17, notamment en matière de flux, de frais, de risque et d'actualisation.

7.2.3 Pension

Pour Pension, le $PVFCF$ central s'élève à $-1\,849\,893$ EUR et le RA à $343\,370$ EUR. La CSM initiale est donc :

$$CSM_{\text{Pension},0} = 1\,506\,523 \text{ EUR.} \quad (7.3)$$

Contrairement au périmètre SII/MCEV, limité à la première cotisation, la frontière IFRS 17 retenue pour Pension comprend les cotisations futures attendues jusqu'à l'âge de 67 ans ainsi que l'ensemble des flux qui leur sont directement associés : prestations, commissions, frais attribuables, garanties, participation bénéficiaire et sorties anticipées.

Pour le profil central H45, la frontière s'étend ainsi sur 22 ans. La valeur actuelle des cotisations comprises dans cette frontière atteint :

$$PV^{\text{IFRS}17}(\text{cotisations Pension}) = 81\,051\,650 \text{ EUR.} \quad (7.4)$$

L'extension de la frontière n'est pas obtenue en ajoutant uniquement les cotisations futures : les flux associés à chaque cotisation sont projetés symétriquement jusqu'à l'extinction des obligations correspondantes.

La CSM de Pension est ainsi la plus élevée en valeur absolue parmi les trois produits dans le scénario central. Cette comparaison doit toutefois être interprétée avec prudence puisque son périmètre IFRS 17 de cotisations est sensiblement plus large que celui retenu pour la VNB.

7.3 Comparaison des marges de CSM

La comparaison des seules CSM en euros reste fortement influencée par le volume des primes comprises dans les frontières contractuelles. L'analyse est donc complétée par la marge de CSM définie à l'équation (3.12).

Produit	CSM (EUR)	Base de primes (EUR)	Marge de CSM (%)
Décès	230 265	2 266 439	10,1599
InvestPU	1 146 444	50 000 000	2,2929
Pension	1 506 523	81 051 650	1,8587

Table 7.2: CSM initiale et marge de CSM du profil central H45.

Le classement en montant et celui obtenu après normalisation diffèrent. Pension présente la CSM absolue la plus élevée, devant InvestPU, mais sa marge de CSM est la plus faible des trois produits. Décès présente au contraire la CSM absolue la plus faible tout en affichant la marge de CSM la plus élevée.

Le résultat de Pension s'explique notamment par l'étendue de sa frontière IFRS 17 : la CSM de 1,51 million d'euros est rapportée à une valeur actuelle de cotisations de plus de 81 millions d'euros. La marge de 1,8587 % demeure donc inférieure à celle d'InvestPU malgré une CSM absolue supérieure.

La marge de CSM facilite ainsi la comparaison des volumes, mais ne neutralise pas les différences de durée, de garanties, de profil de risque, de calendrier des flux ou de frontière contractuelle. Elle ne constitue pas davantage une mesure de rentabilité actionnariale.

7.4 Lecture conjointe avec la VNB

Les résultats IFRS 17 ne reproduisent pas nécessairement la hiérarchie obtenue à partir de la VNB. Cette différence est attendue puisque les deux mesures répondent à des objectifs distincts.

La VNB déduit explicitement la TVOG, le CNHR et le FCRC à partir de la PVFP market-consistent. IFRS 17 détermine au contraire une marge comptable après prise en compte du PVFCF et du RA. Une CSM supérieure à une VNB ne signifie donc pas qu'un produit devient économiquement plus rentable lorsqu'il est analysé sous IFRS 17.

Pour faciliter cette lecture, les principaux indicateurs centraux peuvent être rapprochés comme suit :

Produit	VNB (EUR)	Marge VNB (%)	CSM (EUR)	Marge CSM (%)
Décès	114 129	5,0317	230 265	10,1599
InvestPU	396 995	0,7940	1 146 444	2,2929
Pension	52 872	1,0574	1 506 523	1,8587

Table 7.3: Lecture comparative de la VNB et de la CSM initiale.

Le cas de Pension illustre particulièrement la difficulté d'une comparaison directe. La VNB de 52 872 EUR porte uniquement sur la première cotisation, conformément à la frontière SII/MCEV, tandis que la CSM de 1 506 523 EUR intègre les cotisations futures attendues jusqu'à 67 ans.

L'écart entre les deux montants résulte donc en premier lieu d'une différence de périmètre, à laquelle s'ajoutent les différences de mesure relatives au capital, aux risques, aux frais, à la fiscalité et à l'actualisation. Il serait par conséquent incorrect d'interpréter le rapport entre ces deux montants comme un simple écart de rentabilité.

Pour Décès et InvestPU, les frontières sont en revanche alignées entre les deux cadres. Leur réconciliation permet donc d'isoler plus directement les différences de mesure.

Ces effets sont décomposés explicitement au chapitre 8.

7.5 Portée des résultats

L'étude IFRS 17 est limitée à la mesure initiale des nouvelles affaires. Elle ne projette ni la libération future de la CSM, ni les unités de couverture, ni les écarts d'expérience ou les autres mouvements comptables des périodes ultérieures.

Pour InvestPU, le PVFCF central est obtenu à partir d'une valorisation stochastique réutilisant les trajectoires économiques du GSE commun décrit au chapitre 5. Les conventions IFRS 17 propres aux flux et à l'actualisation sont appliquées à ces trajectoires.

Pour Pension, le résultat central conserve la convention de mesure déterministe retenue dans le moteur final. Le générateur de scénarios économiques commun demeure utilisé pour la valorisation économique stochastique, les diagnostics et les contrôles numériques, sans qu'un GSE IFRS 17 distinct soit construit.

Le RA repose sur l'approximation académique présentée à l'équation (3.8). IFRS 17 n'imposant pas une technique unique de détermination du RA, son niveau reste dépendant de la méthode et des paramètres retenus [8].

Enfin, les résultats centraux ne suffisent pas à juger de la robustesse des produits. Les sensibilités montrent que certaines hypothèses peuvent réduire fortement la marge initiale et, pour certains produits, conduire à une *Loss Component*. Ces situations sont analysées dans le chapitre consacré aux sensibilités.

8 Passage de la VNB à la CSM : bridge

Solvabilité II/MCEV–IFRS 17

Les chapitres précédents ont présenté séparément la création de valeur économique, mesurée par la *Value of New Business* (VNB), et la marge comptable initiale issue d'IFRS 17, représentée par la *Contractual Service Margin* (CSM) ou, pour un groupe onéreux, par la *Loss Component* (LC).

Ces mesures répondent à des finalités différentes et ne peuvent être comparées par une simple différence de montants [4, 8]. Le bridge développé dans ce chapitre constitue donc un outil de réconciliation analytique propre au mémoire. Sa construction séquentielle s'inspire de la logique de transition entre référentiels présentée notamment par [11], sans créer d'équivalence normative entre la MCEV et IFRS 17.

8.1 Principe général du bridge

La VNB est définie à l'équation (3.1). En utilisant la relation entre PVFP *certainty equivalent* et PVFP market-consistent, on obtient :

$$VNB_0 = PVFP_0^{MC} - CNHR_0 - FCRC_0, \quad (8.1)$$

d'où :

$$\boxed{PVFP_0^{MC} = VNB_0 + CNHR_0 + FCRC_0}. \quad (8.2)$$

La TVOG économique n'est donc pas réintégrée après la VNB. Elle est déjà comprise dans la PVFP market-consistent puisque :

$$PVFP_0^{MC} = PVFP_0^{CE} - TVOG_0. \quad (8.3)$$

Le passage de cette mesure économique à la mesure IFRS 17 est ensuite réalisé séquentiellement. Chaque étape modifie une famille de conventions aussi isolément que le permet le moteur : frontière contractuelle, courbe d'actualisation, périmètre des frais, convention de mesure ou base de flux, fiscalité actionnariale, puis Risk Adjustment.

La structure générale du rapprochement peut être représentée par :

$$\begin{aligned} M_0^{IFRS} = & VNB_0 + CNHR_0 + FCRC_0 \\ & + \Delta_0^{frontière} + \Delta_0^{courbe} + \Delta_0^{frais} + \Delta_0^{convention} + \Delta_0^{impôt} - RA_0, \end{aligned} \quad (8.4)$$

avec :

$$M_0^{IFRS} = CSM_0 - LC_0. \quad (8.5)$$

Toutes les composantes ne sont pas nécessairement matérielles pour chacun des produits. Lorsqu'un changement n'existe pas, son impact est nul. Lorsqu'une étape n'est pas applicable à un produit, elle n'est pas interprétée comme une source artificielle de valeur.

Les impacts constituent des variations séquentielles. Leur montant dépend donc de l'ordre dans lequel les conventions sont remplacées. Le bridge vise à expliquer le passage entre les deux mesures et non à attribuer de manière unique une valeur économique indépendante à chaque effet.

8.2 Résultats centraux

Le tableau 8.1 présente les impacts successifs pour le profil central H45. Les montants correspondent à une cohorte de 1 000 contrats.

Étape	Décès	InvestPU	Pension
	(EUR)		
VNB	114 129	396 995	52 872
+ <i>CNHR</i>	97 866	455 335	277 258
+ <i>FCRC</i>	5 762	126 893	35 746
PVFP^{MC}	217 758	979 223	365 875
Effet frontière IFRS 17	0	0	−2 141 367
Effet de courbe IFRS 17	87	−1 420	−52 532
Effet du périmètre des frais	24 562	59 536	84 436
Convention de mesure / base de flux	0	85 740	3 131 008
Suppression de l'impôt actionnarial	80 802	325 934	462 473
− <i>RA</i>	−92 944	−302 570	−343 370
CSM − LC	230 265	1 146 444	1 506 523

Table 8.1: Bridge séquentiel entre la VNB et la mesure IFRS 17 signée.

Les valeurs sont arrondies à l'euro dans le tableau. Les réconciliations sont contrôlées dans les moteurs sur les montants non arrondis ; de faibles écarts d'une unité peuvent donc apparaître lors d'une addition manuelle.

Dans les trois scénarios centraux, la mesure IFRS signée est positive. La Loss Component est donc nulle et la dernière ligne correspond à la CSM initiale.

8.3 Lecture par produit

8.3.1 Décès

Décès présente la réconciliation la plus directe. Les deux cadres couvrent la même durée contractuelle de dix ans ; l'effet de frontière est donc exactement nul. L'absence d'option ou de garantie financière dans le produit explique également l'absence d'un effet stochastique supplémentaire dans le passage vers IFRS 17.

La réintégration du CNHR et du FCRC fait passer la VNB de 114 129 EUR à une PVFP market-consistent de 217 758 EUR.

L'effet de courbe n'est pas nul, mais reste très faible : environ 87 EUR pour la cohorte. La courbe SII/MCEV intègre le *Volatility Adjustment*, tandis que la courbe IFRS 17 est construite à partir de la courbe *basic* sans VA avec un ajustement de 25 points de base. La proximité des deux niveaux explique la faible matérialité de cet effet.

Le passage au périmètre de frais IFRS 17 augmente ensuite la marge de 24 562 EUR, puisque les frais non directement attribuables sont exclus des *Fulfilment Cash Flows*. La suppression de l'impôt actionnarial ajoute 80 802 EUR : la PVFP et la VNB sont évaluées après impôt sur les sociétés, contrairement au PVFCF IFRS 17.

Après déduction du RA de 92 944 EUR :

$$CSM_{\text{Décès},0} = 230\,265 \text{ EUR.} \quad (8.6)$$

L'écart entre VNB et CSM provient donc essentiellement du traitement des frais, de la fiscalité et du risque non financier, et non d'une différence de frontière ou du coût d'une garantie financière.

8.3.2 InvestPU

Pour InvestPU, la réintégration du CNHR et du FCRC conduit à :

$$VNB_0 + CNHR_0 + FCRC_0 = 979\,223 \text{ EUR} = PVFP_0^{MC}. \quad (8.7)$$

Les frontières sont identiques dans les deux cadres et l'effet correspondant est donc nul.

L'effet isolé du changement de courbe est faible mais non nul : $-1\,420$ EUR. Son signe résulte du profil temporel des flux de marge et des sorties dans le produit d'épargne. Il ne doit pas être interprété à partir du seul niveau relatif des deux courbes.

L'exclusion des frais non directement attribuables améliore la marge de $59\,536$ EUR. Un effet supplémentaire de $85\,740$ EUR correspond au passage de la présentation du profit actionnarial à la base de flux utilisée dans les *Fulfilment Cash Flows* IFRS 17, après alignement des conventions précédentes.

Ce montant est un terme de réconciliation entre deux bases de présentation des flux ; il ne constitue pas une création de valeur économique autonome.

La suppression de l'impôt actionnarial représente ensuite $325\,934$ EUR. La marge IFRS avant RA est ainsi réconciliée à :

$$-PVFCF_{\text{InvestPU},0} = 1\,449\,013 \text{ EUR}. \quad (8.8)$$

Après déduction du RA de $302\,570$ EUR :

$$CSM_{\text{InvestPU},0} = 1\,146\,444 \text{ EUR}. \quad (8.9)$$

La TVOG économique de $1\,943\,890$ EUR n'est pas ajoutée dans ce bridge : elle est déjà contenue dans la PVFP market-consistent servant de point de départ après réintégration du CNHR et du FCRC.

8.3.3 Pension

Pension présente la réconciliation la plus importante en raison de la différence de frontière entre les deux cadres. Sous SII/MCEV, seule la première cotisation appartient aux nouvelles affaires, tandis qu'IFRS 17 inclut les cotisations futures attendues jusqu'à l'âge de 67 ans ainsi que les flux qui leur sont associés.

La première étape reste :

$$PVFP_{\text{Pension},0}^{MC} = VNB_0 + CNHR_0 + FCRC_0 = 365\,875 \text{ EUR}, \quad (8.10)$$

à l'arrondi près.

Le passage à la frontière IFRS 17 produit ensuite un impact net de $-2\,141\,367$ EUR. Ce montant ne correspond pas à l'ajout isolé des cotisations futures : chaque cotisation supplémentaire entraîne également les prestations, commissions, frais, garanties et autres flux qui lui sont associés. L'effet de frontière représente donc le résultat net du changement de périmètre.

Le changement de courbe représente $-52\,532$ EUR. Le passage au périmètre des frais directement attribuables améliore ensuite la marge de $84\,436$ EUR.

L'étape quantitativement la plus importante est le passage à la convention centrale de mesure IFRS 17 retenue pour Pension, pour un impact de $3\,131\,008$ EUR. Le moteur économique utilise une valorisation stochastique pour mesurer notamment la TVOG, tandis que le PVFCF IFRS 17 central de Pension conserve la convention déterministe validée dans le moteur final.

Ce mouvement constitue donc un **changement de convention de mesure** et non une création de valeur de $3,13$ millions d'euros. Les résultats stochastiques restent utilisés comme diagnostics et contrôles, mais ne sont pas déduits une seconde fois de la CSM centrale.

Enfin, la suppression de l'impôt actionnarial ajoute 462 473 EUR. L'ensemble de ces passages réconcilie la mesure avant RA à :

$$-PVFCF_{\text{Pension},0} = 1\,849\,893 \text{ EUR.} \quad (8.11)$$

Après déduction du RA de 343 370 EUR :

$$CSM_{\text{Pension},0} = 1\,506\,523 \text{ EUR.} \quad (8.12)$$

Pension illustre ainsi particulièrement pourquoi la VNB et la CSM ne peuvent être comparées directement : leur périmètre de primes diffère, mais plusieurs conventions de mesure changent également entre les deux cadres.

8.4 Comparaison des lectures de rentabilité

Le rapprochement des montants absolus est complété par les marges définies aux équations (3.7) et (3.12).

Produit	VNB (EUR)	Marge VNB (%)	CSM (EUR)	Marge CSM (%)
Décès	114 129	5,0317	230 265	10,1599
InvestPU	396 995	0,7940	1 146 444	2,2929
Pension	52 872	1,0574	1 506 523	1,8587

Table 8.2: Lecture comparée de la VNB et de la CSM initiale.

Décès présente la marge de VNB et la marge de CSM les plus élevées. InvestPU génère la VNB absolue la plus importante, tandis que Pension présente désormais la CSM absolue la plus élevée.

Cette dernière observation ne signifie pas que Pension crée davantage de valeur économique. Sa VNB de 52 872 EUR porte uniquement sur la première cotisation, alors que sa CSM de 1 506 523 EUR est calculée sur une frontière IFRS 17 comprenant les cotisations futures attendues jusqu'à 67 ans.

La normalisation atténue cette différence de volume : la marge de CSM de Pension s'établit à 1,8587 %, contre une marge de VNB de 1,0574 %. Les deux ratios conservent néanmoins des dénominateurs et des conventions de mesure différents.

8.5 Représentation graphique

Les diagrammes en cascade représentent directement les étapes séquentielles décrites précédemment. Les effets non nuls sont conservés même lorsqu'ils sont faibles ; une valeur nulle n'est affichée que lorsque l'impact calculé est effectivement nul.

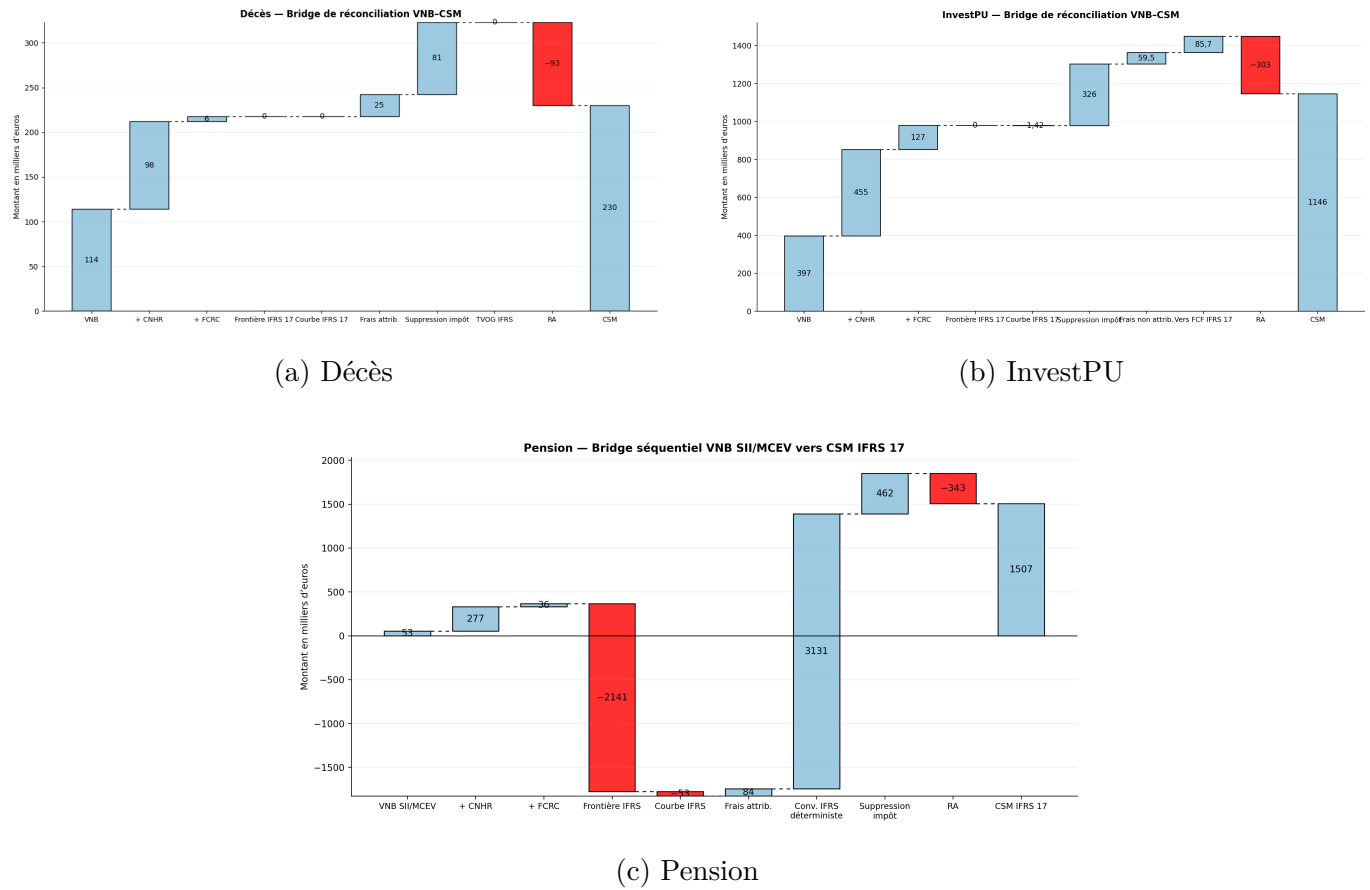


Figure 8.1: Bridge de réconciliation entre la VNB et la CSM initiale pour les trois produits.

8.6 Rapprochement des passifs

Le bridge précédent porte sur les mesures de profit. Une identité distincte peut être utilisée pour rapprocher les passifs.

Sous Solvabilité II :

$$TP_0^{SII} = BEL_0 + RM_0, \quad (8.13)$$

tandis que les *Fulfillment Cash Flows* IFRS 17 sont définis par l'équation (2.6). Il en résulte algébriquement :

$$FCF_0^{IFRS17} = TP_0^{SII} + (PVFCF_0 - BEL_0) + (RA_0 - RM_0). \quad (8.14)$$

Cette identité ne signifie ni que le BEL et le PVFCF sont équivalents, ni que la Risk Margin et le Risk Adjustment ont la même finalité. Dans le cas de Pension, elle rapproche en outre des mesures construites sur des frontières différentes. Elle doit donc être lue comme une identité de réconciliation et non comme une équivalence économique entre les composantes.

8.7 Portée et limites du bridge

Le bridge montre que l'écart entre VNB et CSM ne possède pas une origine unique.

Pour Décès, les frontières sont identiques et l'effet de courbe est négligeable en montant ; l'écart est principalement expliqué par le périmètre des frais, la fiscalité et le remplacement des coûts économiques du capital par le Risk Adjustment.

Pour InvestPU, les frontières sont également identiques. La TVOG demeure un élément majeur de la rentabilité économique, mais elle est déjà incorporée dans la PVFP market-consistent. Le passage vers IFRS 17 est ensuite expliqué par les conventions de frais, de fiscalité, de flux et de risque.

Pour Pension, la différence de frontière constitue un effet important, auquel s'ajoutent la courbe, les frais et surtout le passage à la convention centrale déterministe retenue pour le PVFCF IFRS 17.

Les impacts du bridge sont séquentiels et dépendent de l'ordre retenu. Ils ne doivent donc pas être interprétés comme des valeurs économiques autonomes ou comme une décomposition normative imposée par IFRS 17.

Enfin, le rapprochement porte uniquement sur la mesure initiale IFRS 17. La libération ultérieure de la CSM, les écarts d'expérience et les variations futures du Risk Adjustment ne sont pas modélisés. Les sensibilités permettent ensuite d'étudier séparément la stabilité de la VNB et de la mesure IFRS signée lorsque les principales hypothèses sont modifiées.

9 Analyses de sensibilité et robustesse

9.1 Objectif et méthode de lecture

Les résultats centraux reposent sur des hypothèses biométriques, comportementales, financières et opérationnelles. Les analyses de sensibilité visent à mesurer la stabilité de la rentabilité lorsque ces hypothèses s'écartent du scénario central.

Sauf mention contraire, les paramètres commerciaux sont maintenus constants : les chocs représentent donc une modification de l'expérience future après souscription et non une nouvelle tarification. Les sensibilités tarifaires sont présentées séparément à la section 9.10.

Pour tout indicateur X , l'impact absolu et l'impact relatif du scénario s sont définis par :

$$\Delta X_s = X_s - X_0, \quad (9.1)$$

$$\Delta X_s^{rel} = \frac{X_s - X_0}{|X_0|} \times 100. \quad (9.2)$$

Les deux mesures principalement commentées sont la VNB et la marge IFRS signée M^{IFRS} , définie à l'équation (3.9). Cette dernière permet de conserver une lecture continue lorsqu'un groupe devient onéreux :

$$M^{IFRS} = CSM - LC.$$

Afin de conserver simultanément le niveau de l'indicateur, son impact absolu et son impact relatif sans multiplier les tableaux, les cellules des principaux tableaux de sensibilité sont présentées sous la forme :

$$X_s \left[\Delta X_s ; \Delta X_s^{rel} \right].$$

Les montants sont exprimés en kEUR. La première ligne de chaque tableau donne le scénario central. Pour les scénarios choqués, les valeurs entre crochets correspondent respectivement à la variation absolue en kEUR et à la variation relative en pourcentage.

Outre la VNB et M^{IFRS} , les tableaux présentent la PVFP, le PVFCF hors Risk Adjustment, le Risk Adjustment (RA) et la Risk Margin (RM). La PVFP désigne ici la PVFP en *certainty equivalent*; l'incidence de la TVOG est commentée séparément lorsque celle-ci est matérielle. Les variations du SCR et de la TVOG sont également mobilisées dans l'interprétation lorsqu'elles permettent d'identifier le mécanisme du choc. Tous les calculs sont réalisés sur les valeurs non arrondies des moteurs.

9.2 Résultats centraux de référence

Indicateur	Décès	InvestPU	Pension
VNB	114,1	397,0	52,9
M^{IFRS}	230,3	1 146,4	1 506,5
PVFP	217,8	2 923,1	640,7
PVFCF hors RA	-323,2	-1 449,0	-1 849,9
RA	92,9	302,6	343,4
RM	98,8	459,4	281,9
SCR	312,0	4 344,3	949,9
TVOG	0,0	1 943,9	274,8

Table 9.1: Résultats centraux H45 servant de référence aux sensibilités (kEUR).

Les trois produits présentent des sources de vulnérabilité différentes. Décès dépend principalement du risque biométrique et des coûts. InvestPU est fortement exposé au niveau de la garantie, aux taux et à la volatilité. Pension combine des effets de garantie, de taux, de frais et de durée, avec une différence supplémentaire de périmètre entre les deux cadres : la VNB porte sur la première cotisation comprise dans la frontière SII/MCEV, tandis que la mesure IFRS 17 intègre les cotisations futures attendues jusqu'à l'âge de 67 ans.

9.3 Comparabilité des profils : âge et sexe

Les profils H30, F30, H45, F45, H60 et F60 sont recalculés avec les mêmes principes de tarification pour chaque produit. Pour Décès, le tarif technique unisexe est recalculé à chaque âge et le même coefficient commercial est appliqué ; le profil H45 réconcilie ainsi exactement le scénario central.

Produit	Profil	Runoff (ans)	VNB	M^{IFRS}	SCR	TVOG	LC
Décès	H30	10	48,9	127,5	218,5	0,0	0,0
Décès	F30	10	161,6	281,4	260,6	0,0	0,0
Décès	H45	10	114,1	230,3	312,0	0,0	0,0
Décès	F45	10	406,0	625,2	402,0	0,0	0,0
Décès	H60	10	225,7	465,3	800,0	0,0	0,0
Décès	F60	10	1 560,7	2 250,7	1 084,6	0,0	0,0
InvestPU	H30	10	398,6	1 153,3	4 345,1	1 957,8	0,0
InvestPU	F30	10	398,9	1 154,5	4 345,3	1 960,2	0,0
InvestPU	H45	10	397,0	1 146,4	4 344,3	1 943,9	0,0
InvestPU	F45	10	398,0	1 150,9	4 344,8	1 952,8	0,0
InvestPU	H60	10	390,4	1 118,5	4 341,5	1 887,5	0,0
InvestPU	F60	10	393,8	1 133,1	4 342,8	1 917,3	0,0
Pension	H30	37	-337,7	3 315,9	1 235,5	342,0	0,0
Pension	F30	37	-351,6	3 384,2	1 246,1	344,6	0,0
Pension	H45	22	52,9	1 506,5	949,9	274,8	0,0
Pension	F45	22	53,0	1 536,1	955,7	279,2	0,0
Pension	H60	7	-66,1	201,5	756,8	105,1	0,0
Pension	F60	7	-64,7	206,6	757,2	106,1	0,0

Table 9.2: Sensibilité des résultats à l'âge et au sexe.

Pour Décès, l'effet du sexe est matériel malgré le tarif unisexe. À âge identique, la mortalité *best estimate* plus faible des profils féminins accroît la marge de mortalité et donc la valeur économique. Cet effet augmente fortement avec l'âge.

InvestPU présente au contraire une faible dispersion démographique : les écarts de VNB entre hommes et femmes restent inférieurs à quelques milliers d'euros. Les déterminants financiers dominent donc largement le risque biométrique.

Pour Pension, l'âge joue un rôle plus important que le sexe. Du côté SII/MCEV, seule la première cotisation appartient à la nouvelle affaire, mais l'obligation qui en résulte est projetée jusqu'à son extinction : le runoff varie ainsi de 37 ans pour les profils âgés de 30 ans à 7 ans pour les profils âgés de 60 ans. Du côté IFRS 17, les cotisations futures attendues et leurs flux associés sont inclus jusqu'à 67 ans.

Cette différence de périmètre explique que les profils H30 et F30 présentent une VNB négative, respectivement $-337,7$ et $-351,6$ kEUR, tout en conservant des marges IFRS très élevées de 3 315,9 et 3 384,2 kEUR. À l'inverse, la réduction de l'horizon résiduel à sept ans ramène la marge IFRS des profils H60 et F60 à environ 200 kEUR. Aucun des six profils Pension ne devient toutefois onéreux dans la version finale du modèle.

9.4 Produit Décès

Ici les tests portent sur la mortalité *best estimate*, choquée de $\pm 15\%$, sur une hausse de 10% des frais combinée à un point supplémentaire d'inflation, sur une variation de $\pm 50\%$ des résiliations, sur des déplacements parallèles de la courbe de ± 25 pb et sur une hausse de deux points de la commission. Un scénario combiné associe enfin une hausse de 15% de la mortalité à une dégradation des frais afin d'apprécier l'effet d'un stress plus sévère. Ces chocs sont comparés au scénario central, caractérisé par une VNB de 114,1 kEUR et une marge IFRS signée de 230,3 kEUR.

La mortalité constitue de loin le principal facteur de sensibilité. Une diminution de 15% de la mortalité *best estimate* porte la VNB à 233,9 kEUR, soit une augmentation de 119,8 kEUR ($+105,0\%$). La PVFP progresse de 217,8 à 341,8 kEUR, tandis que le PVFCF passe de $-323,2$ à $-488,5$ kEUR. La marge IFRS signée atteint ainsi 391,1 kEUR, soit une hausse de 160,8 kEUR ($+69,8\%$). À l'inverse, une hausse de 15% de la mortalité ramène la VNB à $-10,3$ kEUR, soit une diminution de 124,5 kEUR, et la marge IFRS à 65,3 kEUR. La PVFP tombe alors à 94,1 kEUR et le PVFCF remonte à $-158,5$ kEUR. Les variations limitées du RA et de la Risk Margin montrent que le choc agit principalement sur les flux de résultat du contrat.

Les frais constituent le deuxième facteur de vulnérabilité. Une hausse de 10% des frais accompagnée d'un point supplémentaire d'inflation réduit la VNB de 64,1 kEUR, à 50,0 kEUR, soit une baisse de $56,2\%$. La marge IFRS diminue parallèlement de 81,4 kEUR pour atteindre 148,9 kEUR. La PVFP recule à 152,4 kEUR et le PVFCF passe à $-240,5$ kEUR. Une hausse de deux points de commission produit également un effet significatif : la VNB descend à 82,1 kEUR ($-32,1$ kEUR, soit $-28,1\%$) et la marge IFRS à 186,9 kEUR ($-43,3$ kEUR, soit $-18,8\%$). Ces résultats confirment l'importance du contrôle des frais d'acquisition et de distribution.

Les sensibilités aux résiliations restent beaucoup plus faibles. Une diminution de 50% des résiliations porte la VNB à 115,6 kEUR, soit une hausse de seulement 1,4 kEUR, tandis que la marge IFRS atteint 235,8 kEUR. Le maintien plus long des contrats augmente toutefois le RA de 92,9 à 98,4 kEUR et la Risk Margin de 98,8 à 104,5 kEUR. À l'inverse, une hausse de 50% des résiliations ramène la VNB à 112,5 kEUR et la marge IFRS à 224,7 kEUR, tout en réduisant le RA à 87,8 kEUR et la Risk Margin à 93,4 kEUR.

L'exposition aux taux d'intérêt est également limitée autour du scénario central. Une baisse parallèle de la courbe de 25 pb réduit la VNB à 111,4 kEUR, soit une baisse de 2,7 kEUR ($-2,4\%$), et la marge IFRS à 227,6 kEUR. Une hausse de 25 pb produit l'effet inverse : la VNB atteint 116,8 kEUR et la marge IFRS 232,8 kEUR. Ces variations restent donc marginales relativement aux chocs de mortalité et de frais.

Enfin, le scénario combinant une hausse de 15 % de la mortalité et une dégradation des frais constitue le scénario le plus sévère testé pour le produit. La VNB passe de 114,1 à -76,2 kEUR, soit une diminution de 190,3 kEUR (-166,7 %). La PVFP tombe à 28,8 kEUR et le PVFCF à -75,9 kEUR. La mesure IFRS signée devient également négative, à -17,5 kEUR, contre 230,3 kEUR au central. La CSM est alors nulle et une *Loss Component* de 17,5 kEUR apparaît. Ce scénario confirme que la rentabilité du produit Décès repose principalement sur la maîtrise de l'expérience de mortalité et des coûts, alors que les variations de résiliation et de taux jouent un rôle nettement secondaire.

9.5 Produit InvestPU

Le produit InvestPU est soumis à plusieurs sensibilités afin d'identifier les principaux déterminants de sa rentabilité. Les tests portent sur la mortalité *best estimate*, choquée de $\pm 15\%$, sur une hausse de 10 % des frais combinée à un point supplémentaire d'inflation, sur une variation de $\pm 50\%$ des rachats ainsi que sur la désactivation de leur composante dynamique. Les paramètres financiers sont également testés à travers une variation de ± 50 pb du taux garanti, une participation bénéficiaire ramenée à 80 % ou portée à 90 %, des niveaux de volatilité de 3 % et 5 %, ainsi que des déplacements parallèles des courbes de ± 25 pb. Enfin, un scénario combiné associe une hausse des frais, une hausse des rachats et une baisse des courbes. Tous ces chocs sont comparés au scénario central, caractérisé par une VNB de 397,0 kEUR et une marge IFRS signée de 1 146,4 kEUR.

La mortalité est pratiquement neutre pour ce produit. Une baisse de 15 % de la mortalité *best estimate* porte la VNB de 397,0 à 397,3 kEUR, soit seulement +0,3 kEUR (+0,1 %), et la marge IFRS de 1 146,4 à 1 147,8 kEUR, soit +1,4 kEUR (+0,1 %). Une hausse de 15 % produit des effets symétriques : la VNB recule à 396,7 kEUR et la marge IFRS à 1 145,0 kEUR. Les variations de PVFP, de RA et de Risk Margin restent également inférieures à quelques dixièmes de pourcentage. Le risque biométrique ne constitue donc pas un déterminant significatif de la rentabilité d'InvestPU.

Les frais sont plus matériels. Une hausse de 10 % des frais accompagnée d'un point supplémentaire d'inflation réduit la VNB de 94,6 kEUR, de 397,0 à 302,4 kEUR, soit une baisse de 23,8 %. La marge IFRS recule de 122,7 kEUR, à 1 023,8 kEUR (-10,7 %). La PVFP passe de 2 923,1 à 2 821,0 kEUR, tandis que le PVFCF devient moins négatif, de -1 449,0 à -1 318,8 kEUR. Le RA et la Risk Margin diminuent légèrement, respectivement à 295,0 et 451,3 kEUR, ce qui traduit une réduction de l'exposition résiduelle parallèlement à la baisse de la valeur.

Les rachats ont un effet plus limité sur la rentabilité mais davantage visible sur les mesures de risque. Une diminution de 50 % des rachats fait passer la VNB à 379,4 kEUR, soit une baisse de 17,6 kEUR (-4,4 %), alors que la marge IFRS reste presque inchangée à 1 145,1 kEUR. La prolongation de la durée d'exposition augmente en revanche le RA de 302,6 à 330,7 kEUR (+9,3 %) et la Risk Margin de 459,4 à 490,7 kEUR (+6,8 %). À l'inverse, une hausse de 50 % des rachats porte la VNB à 413,8 kEUR, soit +16,8 kEUR (+4,2 %), tout en réduisant le RA à 275,7 kEUR et la Risk Margin à 429,5 kEUR. La désactivation de la composante dynamique des rachats ne modifie la VNB que de 1,1 kEUR, à 398,1 kEUR, et la marge IFRS de 2,0 kEUR, à 1 148,4 kEUR. Ce mécanisme reste donc secondaire autour du scénario central.

Le niveau du taux garanti constitue de loin le principal facteur de risque. Une baisse de 50 pb porte la VNB de 397,0 à 1 513,1 kEUR, soit un gain de 1 116,1 kEUR (+281,1 %). La marge IFRS augmente simultanément de 1 494,2 kEUR pour atteindre 2 640,6 kEUR (+130,3 %). La PVFP progresse à 3 150,4 kEUR et le PVFCF devient beaucoup plus négatif, à -2 970,3 kEUR. À l'inverse, une hausse de 50 pb du taux garanti fait chuter la VNB à -769,7 kEUR, soit une dégradation de 1 166,6 kEUR (-293,9 %). La mesure IFRS signée devient également négative, à -417,5 kEUR, soit une baisse de 1 563,9 kEUR (-136,4 %). Le PVFCF devient alors positif à 143,3 kEUR ; après prise en compte du RA de 274,2 kEUR, le groupe est onéreux et une *Loss Component* de 417,5 kEUR est constituée.

La participation bénéficiaire influence également sensiblement la rentabilité. Une diminution du taux de redistribution de 85 % à 80 % augmente la VNB de 82,5 kEUR, à 479,5 kEUR (+20,8 %),

et la marge IFRS de 105,6 kEUR, à 1 252,0 kEUR (+9,2 %). À l'inverse, un taux de redistribution de 90 % réduit la VNB de 74,5 kEUR, à 322,5 kEUR (−18,8 %), et la marge IFRS de 94,6 kEUR, à 1 051,8 kEUR (−8,3 %). L'effet traduit directement le partage du surplus financier entre les assurés et l'assureur.

La volatilité agit principalement par le coût des options et garanties. À 3 %, la VNB atteint 667,4 kEUR, soit une hausse de 270,4 kEUR (+68,1 %), tandis que la marge IFRS atteint 1 507,1 kEUR, soit +360,7 kEUR (+31,5 %). La TVOG recule parallèlement de 1 943,9 à environ 1 673,5 kEUR. À 5 %, la VNB tombe à 229,9 kEUR, soit une baisse de 167,1 kEUR (−42,1 %), et la marge IFRS à 923,3 kEUR, soit −223,1 kEUR (−19,5 %). La TVOG atteint alors environ 2 111,0 kEUR. La PVFP en *certainty equivalent*, le RA et la Risk Margin restent inchangés dans ce choc isolé, ce qui confirme que l'impact provient essentiellement de la composante optionnelle.

Les taux d'intérêt sont également très matériels. Une baisse parallèle des courbes de 25 pb fait passer la VNB de 397,0 à −180,3 kEUR, soit une baisse de 577,3 kEUR (−145,4 %). La marge IFRS recule parallèlement de 783,2 kEUR, à 363,2 kEUR (−68,3 %). La PVFP diminue à 2 804,4 kEUR et le PVFCF remonte à −652,4 kEUR. À l'inverse, une hausse de 25 pb porte la VNB à 958,8 kEUR, soit un gain de 561,8 kEUR (+141,5 %), et la marge IFRS à 1 908,9 kEUR, soit +762,5 kEUR (+66,5 %). Ces résultats confirment la forte sensibilité du produit au niveau relatif entre le rendement des actifs, la courbe d'actualisation et le taux garanti.

Enfin, le scénario combinant une hausse des frais, une hausse des rachats et une baisse des courbes conduit à une VNB de −243,2 kEUR, soit une diminution de 640,2 kEUR (−161,3 %) par rapport au central. La PVFP recule à 2 647,2 kEUR et le PVFCF passe à −519,3 kEUR. La marge IFRS reste toutefois positive à 262,6 kEUR, malgré une diminution de 883,8 kEUR (−77,1 %). Le produit devient donc destructeur de valeur sur le plan économique dans ce scénario sans devenir onéreux sous IFRS 17. Dans l'ensemble, la rentabilité d'InvestPU est dominée par le taux garanti et les conditions financières, tandis que la mortalité et, dans une moindre mesure, les rachats jouent un rôle secondaire.

9.6 Produit Pension

Le produit Pension est soumis à plusieurs sensibilités afin d'identifier les principaux déterminants de sa rentabilité. Les tests portent sur la mortalité *best estimate*, choquée de $\pm 15\%$, sur une hausse de 10 % des frais combinée à un point supplémentaire d'inflation, sur une variation de $\pm 50\%$ des rachats ainsi que sur la désactivation de leur composante dynamique. Les paramètres financiers sont également testés au travers d'une variation de ± 50 pb du taux garanti, d'une participation bénéficiaire portée à 80 % ou 90 %, de niveaux de volatilité de 3 % et 5 %, et de déplacements parallèles des courbes de ± 25 pb. L'indexation annuelle de K_0 à 2 % est également étudiée. Enfin, deux scénarios combinés associent respectivement des frais et rachats défavorables, puis une hausse de 50 pb du taux garanti à une baisse de 25 pb des courbes. Tous ces chocs sont comparés au scénario central, caractérisé par une VNB de 52,9 kEUR et une marge IFRS signée de 1 506,5 kEUR.

La mortalité a un effet quasi nul sur la VNB, dont le périmètre de nouvelles affaires SII/MCEV est limité à la première cotisation. Une baisse de 15 % de la mortalité ne modifie la VNB que de −0,012 kEUR, tandis qu'une hausse de 15 % entraîne une variation de seulement +0,004 kEUR. L'effet IFRS est légèrement plus visible mais demeure faible : la marge atteint respectivement 1 516,3 et 1 496,9 kEUR, soit des variations proches de ± 10 kEUR et inférieures à 1 %. La PVFP, le PVFCF, le RA et la Risk Margin restent eux aussi peu sensibles à ces chocs biométriques.

Les frais constituent en revanche un déterminant important. Une hausse de 10 % accompagnée d'un point supplémentaire d'inflation fait passer la VNB de 52,9 à −136,3 kEUR, soit une baisse de 189,2 kEUR (−357,8 %). La PVFP recule de 640,7 à 456,6 kEUR, tandis que le PVFCF passe de −1 849,9 à −1 532,4 kEUR. Sous IFRS 17, la marge reste positive à 1 176,2 kEUR mais diminue de 330,4 kEUR (−21,9 %). Le RA augmente légèrement à 356,2 kEUR et la Risk Margin à 287,8 kEUR.

Les rachats produisent des effets de signes différents dans les deux cadres. Une diminution de 50 % des rachats réduit la VNB de 12,9 kEUR, à 40,0 kEUR, mais accroît la marge IFRS de 19,0

kEUR, à 1 525,5 kEUR. Le maintien plus long des contrats augmente également le RA de 343,4 à 369,1 kEUR et la Risk Margin de 281,9 à 298,9 kEUR. À l'inverse, une hausse de 50 % des rachats porte la VNB à 64,2 kEUR mais réduit la marge IFRS à 1 487,1 kEUR, le RA à 321,8 kEUR et la Risk Margin à 266,7 kEUR. La désactivation de la composante dynamique n'a qu'un effet marginal sur la VNB, qui atteint 53,2 kEUR, et aucun effet sur la mesure IFRS déterministe centrale.

Le taux garanti constitue le principal risque financier. Une baisse de 50 pb porte la VNB à 257,0 kEUR, soit un gain de 204,1 kEUR (+386,1 %), et la marge IFRS à 2 073,7 kEUR, soit une hausse de 567,2 kEUR (+37,7 %). La PVFP atteint 681,7 kEUR et le PVFCF $-2\,504,5$ kEUR. À l'inverse, une hausse de 50 pb fait tomber la VNB à $-170,5$ kEUR, soit une dégradation de 223,4 kEUR, et réduit la marge IFRS à 895,9 kEUR. Le groupe reste toutefois profitable sous IFRS 17 malgré une VNB devenue négative.

La participation bénéficiaire est également matérielle. Une réduction du taux de redistribution de 85 % à 80 % porte la VNB à 66,7 kEUR, soit une hausse de 13,8 kEUR (+26,2 %), et la marge IFRS à 1 800,0 kEUR, soit +293,5 kEUR (+19,5 %). À l'inverse, un taux de 90 % ramène la VNB à 40,8 kEUR et la marge IFRS à 1 205,2 kEUR. Ces variations traduisent directement le partage du surplus financier entre l'assuré et l'assureur.

La volatilité présente un cas particulier. À 3 %, la VNB augmente de 39,3 kEUR pour atteindre 92,1 kEUR (+74,3 %), alors qu'à 5 % elle diminue de 23,9 kEUR, à 29,0 kEUR ($-45,2$ %). Cet effet provient de la modification de la TVOG économique. En revanche, le PVFCF IFRS central de Pension étant calculé selon la convention déterministe retenue dans le moteur final, le PVFCF, le RA et la CSM ne sont pas modifiés par ce choc isolé. Cette différence ne résulte donc pas de l'utilisation de deux générateurs économiques distincts : le même GSE est conservé pour les diagnostics stochastiques, tandis que la mesure centrale IFRS Pension reste déterministe.

Les chocs de courbe sont également significatifs. Une baisse parallèle de 25 pb fait passer la VNB à $-48,1$ kEUR, soit une diminution de 100,9 kEUR ($-190,9$ %), et réduit la marge IFRS de 270,5 kEUR, à 1 236,0 kEUR. Le PVFCF remonte alors à $-1\,554,9$ kEUR et le RA diminue à 318,9 kEUR. À l'inverse, une hausse de 25 pb porte la VNB à 149,6 kEUR et la marge IFRS à 1 761,0 kEUR, soit des hausses respectives de 96,8 et 254,5 kEUR.

L'indexation annuelle de K_0 à 2 % constitue un levier commercial important. La VNB atteint 279,6 kEUR, soit un gain de 226,7 kEUR (+428,8 %), tandis que la marge IFRS passe à 1 869,1 kEUR, soit une hausse de 362,6 kEUR (+24,1 %). La PVFP progresse également de 47,9 %, à 947,3 kEUR. Cette amélioration ne correspond toutefois pas à une réduction des coûts, mais à une hausse progressive des chargements facturés pendant la durée du contrat.

Le premier scénario combiné, associant des frais défavorables à une hausse des rachats, porte la VNB à $-123,0$ kEUR, soit une diminution de 175,8 kEUR, tandis que la marge IFRS reste positive à 1 164,3 kEUR. Le scénario le plus sévère combine une hausse de 50 pb du taux garanti et une baisse de 25 pb des courbes. La VNB tombe alors à $-279,1$ kEUR, soit une dégradation de 331,9 kEUR ($-627,8$ %). La mesure IFRS signée diminue de 1 479,3 kEUR mais reste positive à 27,2 kEUR. Le PVFCF atteint $-278,2$ kEUR et le RA 251,0 kEUR. La CSM résiduelle est donc de 27,2 kEUR et aucune *Loss Component* n'est constituée.

Dans l'ensemble des scénarios testés, aucune situation onéreuse n'est ainsi observée pour Pension. Cette résistance de la mesure IFRS doit toutefois être replacée dans son périmètre : la VNB repose sur la première cotisation comprise dans la frontière SII/MCEV et son runoff, tandis qu'IFRS 17 inclut l'ensemble des cotisations futures attendues et des flux associés jusqu'à l'âge de 67 ans. Les différences de sensibilité entre les deux indicateurs résultent donc à la fois de cette différence de frontière et des conventions de mesure propres aux deux cadres.

9.7 Coût des risques non couvrables

Le taux central du CNHR est fixé à 6 %. Les sensibilités à 4,75 %, 8 % et 10 % isolent uniquement l'exigence de rémunération des risques non couvrables. Elles ne modifient ni le SCR ni les résultats

IFRS 17.

Produit	Taux	CNHR	VNB	ΔVNB	$\Delta VNB \%$
(kEUR)					
Décès	4,75 %	77,5	134,5	+20,4	+17,9
Décès	6,00 %	97,9	114,1	0,0	0,0
Décès	8,00 %	130,5	81,5	-32,6	-28,6
Décès	10,00 %	163,1	48,9	-65,2	-57,2
InvestPU	4,75 %	360,5	491,9	+94,9	+23,9
InvestPU	6,00 %	455,3	397,0	0,0	0,0
InvestPU	8,00 %	607,1	245,2	-151,8	-38,2
InvestPU	10,00 %	758,9	93,4	-303,6	-76,5
Pension	4,75 %	219,5	110,6	+57,8	+109,2
Pension	6,00 %	277,3	52,9	0,0	0,0
Pension	8,00 %	369,7	-39,5	-92,4	-174,8
Pension	10,00 %	462,1	-132,0	-184,8	-349,6

Table 9.3: Sensibilité de la VNB au taux retenu pour le CNHR.

Pour Décès, un taux de 10 % réduit la VNB de 65,2 kEUR, mais celle-ci reste positive à 48,9 kEUR. InvestPU absorbe également une exigence plus élevée : même à 10 %, sa VNB demeure positive à 93,4 kEUR.

Pension est plus vulnérable car sa VNB centrale est faible relativement au coût du capital. Le passage de 6 % à 8 % réduit la VNB de 92,4 kEUR et la rend négative à -39,5 kEUR. À 10 %, elle atteint -132,0 kEUR. Ce résultat montre que l'appréciation de la rentabilité économique de Pension dépend fortement de l'exigence de rémunération retenue pour les risques non couvrables.

9.8 Risk Margin : central et réforme prospective

La Risk Margin centrale reste calculée au taux de 6 %. Deux analyses distinctes sont présentées : une sensibilité au seul taux de 4,75 %, puis le scénario prospectif intégrant également le facteur temporel :

$$\lambda_t = \max(0,96^t, 0,50).$$

Produit	RM 6 %	RM 4,75 %	$\Delta RM_{4,75}$	RM réforme	$\Delta RM_{réforme}$
(kEUR)					
Décès	98,8	78,2	-20,6	69,0	-29,8
InvestPU	459,4	363,7	-95,7	323,8	-135,6
Pension	281,9	223,1	-58,7	176,4	-105,4

Table 9.4: Sensibilité de la Risk Margin et réforme prospective.

Le simple passage de 6 % à 4,75 % réduit la Risk Margin de 20,8 % lorsque le profil de capital reste inchangé. Les diminutions absolues sont de 20,6 kEUR pour Décès, 95,7 kEUR pour InvestPU et 58,7 kEUR pour Pension.

L'ajout du facteur temporel accentue la réduction. La RM prospective atteint 69,0 kEUR pour Décès, 323,8 kEUR pour InvestPU et 176,4 kEUR pour Pension, soit des réductions respectives de 30,2 %, 29,5 % et 37,4 % par rapport au central. L'effet relatif plus fort pour Pension s'explique par son runoff plus long.

Ces variantes sont des analyses de provisions techniques ; elles ne remplacent pas la Risk Margin centrale utilisée dans les résultats de base.

9.9 Sensibilités propres à IFRS 17

9.9.1 Ajustement de la courbe d'actualisation

La courbe IFRS 17 est construite à partir de la courbe EIOPA *basic risk-free* sans VA, à laquelle est appliqué un ajustement académique. Celui-ci est de 25 pb au central pour Décès et InvestPU, avec des sensibilités à 0 et 50 pb. Pour Pension, la convention centrale du moteur final est de 10 pb, avec des sensibilités à 0 et 25 pb.

Ces scénarios modifient la courbe d'actualisation IFRS 17 sans modifier la VNB.

Produit	Ajustement (pb)	PVFCF	RA (kEUR)	M ^{IFRS}	ΔM^{IFRS}	ΔM^{IFRS} %
Décès	0	-322,0	94,4	227,6	-2,6	-1,1
Décès	25	-323,2	92,9	230,3	0,0	0,0
Décès	50	-324,3	91,5	232,8	+2,5	+1,1
InvestPU	0	-359,5	289,1	70,3	-1 076,1	-93,9
InvestPU	25	-1 449,0	302,6	1 146,4	0,0	0,0
InvestPU	50	-2 510,6	315,8	2 194,8	+1 048,4	+91,4
Pension	0	-1 733,3	333,2	1 400,1	-106,4	-7,1
Pension	10	-1 849,9	343,4	1 506,5	0,0	0,0
Pension	25	-2 021,2	360,3	1 660,9	+154,3	+10,2

Table 9.5: Sensibilité IFRS 17 à l'ajustement de la courbe d'actualisation.

L'impact est limité pour Décès : le passage de 25 à 0 pb réduit la marge IFRS de seulement 2,6 kEUR. Il est en revanche très important pour InvestPU : à 0 pb, la marge tombe à 70,3 kEUR, alors qu'elle atteint 2 194,8 kEUR à 50 pb. Cette sensibilité provient du poids et de la duration des flux financiers du produit.

Pour Pension, le passage du niveau central de 10 pb à 0 pb réduit la marge de 106,4 kEUR (−7,1 %), tandis que l'ajustement à 25 pb l'augmente de 154,3 kEUR (+10,2 %). L'impact reste matériel mais nettement moins extrême que pour InvestPU.

Ces ajustements constituent des conventions académiques de construction de la courbe IFRS 17. Ils ne doivent pas être présentés comme une prime de liquidité empiriquement calibrée sur le portefeuille réel d'actifs de l'assureur.

9.9.2 Frais non directement attribuables

L'hypothèse centrale exclut 5 % des coûts économiques des *Fulfilment Cash Flows*. Comme indiqué à la section 4.3.4, une allocation précise nécessiterait une étude de comptabilité analytique de type *Activity-Based Costing*.

Produit	Part NA	M ^{IFRS}	ΔM^{IFRS}	$\Delta M^{\text{IFRS}} \%$	PVFCF	RA
		(kEUR)			(kEUR)	
Décès	0 %	198,0	-32,2	-14,0	-290,5	92,4
Décès	5 %	230,3	0,0	0,0	-323,2	92,9
Décès	10 %	262,5	+32,2	+14,0	-356,0	93,5
Décès	15 %	294,6	+64,3	+27,9	-388,7	94,1
InvestPU	0 %	1 090,0	-56,5	-4,9	-1 389,5	299,5
InvestPU	5 %	1 146,4	0,0	0,0	-1 449,0	302,6
InvestPU	10 %	1 202,9	+56,5	+4,9	-1 508,5	305,7
InvestPU	15 %	1 259,3	+112,9	+9,8	-1 568,1	308,8
Pension	0 %	1 394,9	-111,6	-7,4	-1 738,9	344,0
Pension	5 %	1 506,5	0,0	0,0	-1 849,9	343,4
Pension	10 %	1 617,1	+110,5	+7,3	-1 960,9	343,8
Pension	15 %	1 726,9	+220,4	+14,6	-2 071,9	344,9

Table 9.6: Sensibilité à la part de frais non directement attribuables.

Une hausse de la proportion de coûts considérés comme non directement attribuables augmente mécaniquement la CSM, puisqu'une part plus importante des coûts économiques est exclue des *Fulfilment Cash Flows*. Pour Décès, le passage de 5 % à 15 % augmente la marge IFRS de 64,3 kEUR ; pour InvestPU, de 112,9 kEUR ; et pour Pension, de 220,4 kEUR.

L'effet provient presque entièrement du PVFCF. Le RA varie peu, en particulier pour Pension. Cette hausse de la CSM ne correspond toutefois à aucune économie réelle pour l'assureur : le coût économique total reste supporté. La sensibilité illustre donc surtout l'importance de la qualification comptable des frais et la limite de l'approximation de 5 % retenue faute d'une étude complète d'*Activity-Based Costing*.

9.10 Sensibilités tarifaires complémentaires

Les sensibilités tarifaires recalculent le paramètre technique nécessaire à la couverture des prestations et des coûts. Elles sont distinctes des sensibilités économiques précédentes et ne constituent pas une re-tarification commerciale.

Produit	Scénario	Paramètre technique recalculé
Décès	Mortalité tarifaire −15 %	226 EUR
Décès	Central	250 EUR
Décès	Mortalité tarifaire +15 %	273 EUR
Décès	Frais tarifaires +10 %	260 EUR
Décès	Commission +2 pts	256 EUR
Décès	Frais NA 0 %	245 EUR
Décès	Frais NA 10 %	255 EUR
Décès	Frais NA 15 %	262 EUR
InvestPU	Commission −0,5 pt	0,020 % réserve/an
InvestPU	Central	0,077 % réserve/an
InvestPU	Commission +0,5 pt	0,134 % réserve/an
InvestPU	Frais tarifaires +10 %	0,102 % réserve/an
InvestPU	Rendement prudent −50 pb	0,568 % réserve/an
InvestPU	Rendement prudent +50 pb	−0,079 % réserve/an
Pension	Commission −0,5 pt	76,62 EUR/contrat/an
Pension	Central	78,19 EUR/contrat/an
Pension	Commission +0,5 pt	79,76 EUR/contrat/an
Pension	Frais tarifaires +10 %	85,92 EUR/contrat/an
Pension	Rendement prudent −50 pb	101,36 EUR/contrat/an
Pension	Rendement prudent +50 pb	70,19 EUR/contrat/an

Table 9.7: Sensibilités des paramètres techniques de tarification.

Pour InvestPU, le taux présenté est le chargement technique équivalent de couverture des coûts et non le chargement commercial de 0,80 %. La valeur négative obtenue sous un rendement prudent plus favorable traduit simplement un excédent de marge financière dans l'équation technique ; elle ne constitue pas une proposition de chargement commercial négatif.

De même, la charge technique Pension de 78,19 EUR reste distincte du K_0 commercial de 130 EUR utilisé dans les projections.

9.11 Scénarios combinés et interactions

L'interaction d'un scénario combiné est mesurée par :

$$I^X = \Delta X_{comb} - \sum_j \Delta X_j. \quad (9.3)$$

Produit	Scénario	ΔVNB_{comb}	Somme	Interaction VNB (kEUR)	ΔM_{comb}^{IFRS}	Somme	Interaction IFRS
Décès	Mortalité + frais	-190,3	-188,6	-1,7	-247,8	-246,3	-1,5
InvestPU	Frais + rachats + courbes	-640,2	-655,0	+14,8	-883,8	-904,5	+20,6
Pension	Frais + rachats	-175,8	-177,9	+2,1	-342,2	-349,8	+7,5
Pension	Garantie + courbes	-331,9	-324,3	-7,6	-1 479,3	-881,2	-598,1

Table 9.8: Interactions des principaux scénarios combinés.

Pour Décès et InvestPU, les interactions restent faibles relativement à l'amplitude totale des chocs. Le scénario combiné Décès diffère de seulement 1,7 kEUR de la somme des impacts individuels sur la VNB. Pour InvestPU, l'interaction représente 14,8 kEUR sur la VNB et 20,6 kEUR sur la mesure IFRS.

La combinaison frais–rachats de Pension présente également une interaction limitée : 2,1 kEUR sur la VNB et 7,5 kEUR sur la marge IFRS. En revanche, la combinaison d’une hausse de la garantie et d’une baisse des courbes produit une non-linéarité très importante sous IFRS 17. Les impacts individuels totalisent –881,2 kEUR, alors que l’impact combiné atteint –1 479,3 kEUR, soit une interaction de –598,1 kEUR.

Cette interaction traduit le fait que garantie et actualisation agissent simultanément sur une longue séquence de cotisations, de réserves et de prestations. Une simple addition des sensibilités *stand-alone* ne permet donc pas de reproduire ce scénario extrême. Il s’agit précisément de l’intérêt des scénarios combinés dans l’analyse de robustesse.

9.12 Lecture complémentaire du rendement des actifs

La VNB centrale reste une mesure *market-consistent*. Afin d’illustrer la question du rendement réellement attendu des actifs, une projection séparée en univers réel est utilisée. Elle ne modifie ni la VNB, ni la PVFP *market-consistent*, ni la TVOG centrale.

Produit	Scénario	Indicateur RW (kEUR)	Écart au central (%)
Décès	Prudent souverain	111,7	-5,4
Décès	Central obligataire	118,1	0,0
Décès	Diversifié 10 % actions	120,8	+2,3
Décès	Stress crédit	109,6	-7,1
Décès	Rendement –50 pb	103,6	-12,2
Décès	Rendement +50 pb	133,0	+12,6
InvestPU	Prudent	433,6	-39,0
InvestPU	Central	711,3	0,0
InvestPU	Dynamique	1 018,6	+43,2
InvestPU	Central –50 pb	404,0	-43,2
InvestPU	Central +50 pb	1 029,0	+44,7
Pension	Prudent	56,9	-50,7
Pension	Central	115,5	0,0
Pension	Dynamique	177,0	+53,2
Pension	Central –50 pb	67,1	-41,9
Pension	Central +50 pb	168,2	+45,7

Table 9.9: Lecture illustrative de la rentabilité en univers réel.

Les produits d’épargne présentent une sensibilité importante aux rendements réellement obtenus sur les actifs. Pour InvestPU, l’indicateur illustratif passe de 711,3 kEUR dans le scénario central à 433,6 kEUR dans le scénario prudent et à 1 018,6 kEUR dans le scénario dynamique. Pour Pension, il varie de 56,9 à 177,0 kEUR autour d’un central de 115,5 kEUR.

Cette analyse complète la VNB sans s’y substituer. Un rendement espéré plus élevé peut améliorer le business plan, mais il s’accompagne généralement d’une exposition plus forte aux risques financiers et potentiellement d’un besoin en capital accru. Il ne constitue donc pas une source de valeur certaine pouvant être ajoutée à la VNB *market-consistent*.

9.13 Synthèse de robustesse

Produit	VNB centrale	VNB min. (kEUR)	VNB max.	M ^{IFRS} _{min}	M ^{IFRS} _{max}	Nb VNB < 0	Nb onéreux	Choc dominant
Décès	114,1	-76,2	233,9	-17,5	391,1	2	1	Mortalité + frais
InvestPU	397,0	-769,7	1 513,1	-417,5	2 640,6	3	1	Garantie +50 pb
Pension	52,9	-279,1	279,6	27,2	2 073,7	7	0	Garantie +50 pb + courbe -25 pb

Table 9.10: Synthèse de robustesse des trois produits.

La robustesse économique diffère nettement entre les produits. Décès est principalement vulnérable à une détérioration simultanée de la mortalité et des frais. Sa VNB minimale atteint $-76,2$ kEUR et un scénario conduit à un groupe onéreux.

InvestPU est dominé par le niveau du taux garanti. Trois scénarios rendent sa VNB négative et le choc de garantie +50 pb conduit simultanément à la VNB minimale de $-769,7$ kEUR et à une mesure IFRS signée de $-417,5$ kEUR. Il s'agit du seul groupe onéreux de son ensemble de robustesse.

Pension présente une VNB centrale faible et sept scénarios économiques négatifs. Sa VNB minimale atteint $-279,1$ kEUR. En revanche, aucune des 26 configurations testées ne rend le groupe onéreux sous IFRS 17. La mesure IFRS signée minimale reste positive à $27,2$ kEUR, tandis que son maximum atteint $2 073,7$ kEUR sous une baisse de 50 pb du taux garanti.

Cette différence illustre clairement que la robustesse d'une VNB positive et celle d'une CSM positive ne répondent pas à la même question. Pour Pension, elle est en outre amplifiée par la différence de frontière : première cotisation sous SII/MCEV contre ensemble des cotisations futures attendues jusqu'à 67 ans sous IFRS 17.

9.14 Robustesse numérique

La convergence de la TVOG est contrôlée jusqu'à 20 000 scénarios.

Produit	TVOG 10k	TVOG 20k	Écart	Écart relatif	SE 20k
	(kEUR)			(%)	(kEUR)
InvestPU	1 943,9	1 946,3	2,4	0,12	22,6
Pension	274,8	277,2	2,4	0,86	2,8

Table 9.11: Contrôle de convergence de la TVOG.

Pour InvestPU, le PVFCF stochastique IFRS 17 fait également l'objet d'un contrôle de convergence entre 1 000 et 10 000 scénarios. L'écart du résultat obtenu avec 1 000 scénarios par rapport au niveau à 10 000 scénarios est d'environ 1,14 %, ce qui est cohérent avec le niveau de précision recherché dans le mémoire.

Le cas de Pension doit être distingué. Le PVFCF IFRS central de la version finale est déterministe ; sa valeur de $-1 849,9$ kEUR ne dépend donc pas d'une convergence Monte Carlo. Le générateur commun reste néanmoins utilisé pour les valorisations économiques stochastiques, notamment la TVOG, ainsi que pour les diagnostics de robustesse financière. Le contrôle à 20 000 scénarios porte ainsi sur la stabilité de ces composantes stochastiques et non sur la CSM centrale déterministe.

Les facteurs d'actualisation simulés font en outre l'objet de la correction de martingalité définie à l'équation (5.13). Après correction, leur moyenne reproduit les prix zéro-coupon initiaux à la précision numérique. Ces contrôles justifient le recours à 10 000 scénarios dans les calculs stochastiques centraux, sans qu'il soit nécessaire de construire un générateur distinct pour IFRS 17.

9.15 Enseignements actuariels et business

Les sensibilités permettent de dépasser le seul constat d'une rentabilité positive dans le scénario central.

Pour Décès, la création de valeur repose principalement sur l'écart entre la mortalité tarifaire et la mortalité effectivement observée, puis sur la maîtrise des frais et des commissions. Une dégradation simultanée de la mortalité et des coûts suffit à rendre à la fois la VNB et la mesure IFRS signée négatives. Le suivi d'expérience, la révision régulière des bases biométriques et le contrôle des coûts de distribution constituent donc les premiers leviers de pilotage.

Pour InvestPU, la garantie constitue le principal déterminant. Une hausse de 50 pb suffit à rendre simultanément la VNB et la mesure IFRS signée négatives. La volatilité, la courbe d'actualisation et la participation bénéficiaire sont également matérielles. Le niveau du taux garanti doit donc être fixé conjointement avec les conditions de marché, la politique de participation bénéficiaire et la stratégie d'investissement.

Pour Pension, la VNB centrale de 52,9 kEUR laisse une marge de sécurité économique limitée : les frais, la garantie, les taux et le coût des risques non couvrables peuvent rapidement la rendre négative. En revanche, la CSM centrale de 1 506,5 kEUR absorbe l'ensemble des chocs étudiés. Même le scénario combiné le plus défavorable conserve une marge IFRS positive de 27,2 kEUR.

Cette différence de robustesse est cohérente avec les frontières retenues. La VNB de Pension mesure la valeur économique de la première cotisation comprise dans la frontière SII/MCEV et de son runoff. La CSM IFRS 17 porte, elle, sur l'ensemble des cotisations futures attendues et des services associés jusqu'à l'âge de 67 ans. L'indexation de K_0 améliore fortement les deux mesures, mais elle correspond à une augmentation des revenus facturés au client et doit être appréciée au regard des contraintes commerciales.

Enfin, le cas de la volatilité Pension montre qu'il est nécessaire de distinguer la valorisation économique stochastique de la convention centrale IFRS déterministe. Une hausse de volatilité dégrade la VNB via la TVOG sans modifier la CSM centrale. Ce résultat ne traduit pas une incohérence entre les moteurs, mais une différence de mesure explicitement assumée.

Plus généralement, les analyses confirment que VNB et CSM peuvent transmettre des signaux différents. Cette divergence ne constitue pas une anomalie : elle reflète les finalités propres aux deux indicateurs, le traitement du capital et des risques, les conventions relatives aux frais et à l'actualisation et, lorsque les frontières contractuelles diffèrent, le périmètre même des flux pris en compte. Ces mécanismes ont été rapprochés au chapitre 8.

10 Conclusion générale

10.1 Synthèse des principaux résultats

Ce mémoire avait pour objectif d'analyser la rentabilité des nouvelles affaires en assurance vie selon deux lectures complémentaires : une mesure économique inspirée des principes MCEV, construite à partir d'éléments de valorisation Solvabilité II, et une mesure comptable fondée sur IFRS 17.

L'étude a porté sur trois produits fictifs présentant des structures de risque différentes : une assurance temporaire décès à capital constant, un produit d'épargne de branche 21 à prime unique, InvestPU, et un produit de pension de branche 21 à cotisations définies.

Les résultats centraux montrent d'abord que la conclusion portée sur la rentabilité dépend de l'indicateur utilisé. Pour le profil central H45, les résultats sont résumés dans le tableau 10.1.

Produit	VNB (EUR)	Marge VNB (%)	CSM (EUR)	Marge CSM (%)
Décès	114 129	5,0317	230 265	10,1599
InvestPU	396 995	0,7940	1 146 444	2,2929
Pension	52 872	1,0574	1 506 523	1,8587

Table 10.1: Synthèse des résultats centraux du profil H45.

Ces écarts ne traduisent pas une contradiction entre les deux cadres. La VNB mesure une création de valeur économique après prise en compte de la valeur des options et garanties, des risques non couvrables et des coûts liés au capital. La CSM représente au contraire un profit non acquis relatif aux services futurs ; elle ne constitue ni une valeur actionnariale ni un profit immédiatement distribuable.

Le bridge présenté au chapitre 8 permet précisément de rapprocher ces deux lectures. Il montre d'abord que :

$$PVFP_0^{MC} = VNB_0 + CNHR_0 + FCRC_0, \quad (10.1)$$

puis décompose successivement les effets liés aux différences de frontière contractuelle, de courbe d'actualisation, de traitement des frais, de convention de mesure des flux et de fiscalité, avant prise en compte du *Risk Adjustment*. La TVOG n'est pas réintégrée séparément dans le bridge puisqu'elle est déjà contenue dans le passage de $PVFP^{CE}$ à $PVFP^{MC}$. Le rapprochement constitue ainsi une réconciliation analytique entre deux cadres de mesure différents et non une équivalence normative entre VNB et CSM.

Le cas de Pension est particulièrement instructif. Sous SII/MCEV, seule la première cotisation appartient au périmètre des nouvelles affaires, tandis que l'obligation créée par cette cotisation est projetée jusqu'à son extinction. Sous IFRS 17, la frontière retenue dans le modèle inclut les cotisations futures attendues ainsi que les prestations, frais, commissions et autres flux associés jusqu'à l'âge de 67 ans. Pour le profil H45, cette frontière s'étend ainsi sur 22 années.

L'écart important entre la VNB et la CSM de Pension s'explique donc à la fois par cette différence de périmètre et par les conventions propres aux deux cadres en matière de capital, de risques, de frais, de fiscalité et d'actualisation.

10.2 Robustesse des résultats

Les sensibilités montrent que la rentabilité centrale positive ne garantit pas la résistance des produits à des conditions défavorables. Les facteurs dominants diffèrent fortement selon la nature du contrat.

Pour Décès, la mortalité constitue le premier facteur de risque. Une hausse de 15 % de la mortalité *best estimate* suffit à rendre la VNB légèrement négative. Lorsqu'elle est combinée à une dégradation des frais, la VNB atteint environ -76,2 kEUR et la mesure IFRS signée -17,5 kEUR. Le groupe devient alors onéreux. Le pilotage du produit doit donc porter en priorité sur la sinistralité, les frais et les coûts de distribution.

InvestPU est principalement exposé aux risques financiers. Une hausse de 50 points de base du taux garanti porte la VNB à environ -769,7 kEUR et la mesure IFRS signée à environ -417,5 kEUR. Le groupe devient ainsi également onéreux sous IFRS 17. À l'inverse, une baisse de 50 points de base de la garantie porte la VNB à plus de 1,5 million d'euros et la mesure IFRS signée à environ 2,64 millions d'euros.

Les sensibilités à la courbe, à la volatilité et à la participation bénéficiaire confirment que la valeur d'InvestPU dépend fortement de la politique de garantie et des conditions financières. Un même générateur de scénarios économiques est utilisé dans le modèle pour les valorisations stochastiques comparables. Il est notamment utilisé pour InvestPU sous SII/MCEV et IFRS 17, tandis que le PVFCF IFRS central de Pension repose sur la convention déterministe retenue dans le moteur final.

Pension est particulièrement sensible aux frais, au taux garanti, aux courbes de taux et au coût des risques non couvrables. Le scénario combinant une hausse de 50 points de base de la garantie et une baisse de 25 points de base de la courbe conduit à une VNB d'environ -279,1 kEUR. La mesure IFRS signée diminue fortement mais reste positive à 27,2 kEUR. La CSM résiduelle est donc de 27,2 kEUR et aucune *Loss Component* n'est constituée. Dans l'ensemble des scénarios testés, aucun groupe Pension ne devient onéreux sous IFRS 17.

À l'inverse, une baisse de 50 points de base du taux garanti porte la mesure IFRS de Pension à environ 2,07 millions d'euros. L'indexation annuelle de la charge K_0 à 2 % constitue également un levier important : la VNB atteint environ 279,6 kEUR et la CSM 1 869,1 kEUR. Cette amélioration ne traduit toutefois pas une réduction des coûts, mais une hausse progressive des chargements facturés.

La sensibilité du CNHR complète cette lecture. Lorsque son taux de coût du capital est porté de 6 % à 8 %, la VNB de Pension devient déjà négative, alors que celles de Décès et InvestPU restent positives. À 10 %, Pension atteint environ -132 kEUR. La rentabilité économique du produit dépend donc fortement de l'exigence de rémunération associée aux risques non couvrables.

10.3 Apports du mémoire

Le premier apport du mémoire réside dans la construction d'un cadre cohérent permettant de confronter, sur les mêmes nouvelles affaires, une mesure économique de type VNB et une mesure comptable issue d'IFRS 17. La réconciliation développée au chapitre 8 permet de dépasser une simple comparaison de montants et de comprendre pourquoi les deux indicateurs peuvent conduire à des lectures différentes d'un même produit.

Le deuxième apport concerne la valorisation des garanties financières. Pour InvestPU et Pension, le recours à un générateur de scénarios économiques commun, fondé sur le modèle de Hull-White à un facteur présenté au chapitre 5, permet de mesurer l'asymétrie créée par les taux garantis, la participation bénéficiaire et les comportements de rachat dans les valorisations stochastiques. La TVOG apparaît ainsi comme une composante déterminante de la rentabilité économique des produits d'épargne. Sous IFRS 17, InvestPU utilise également les trajectoires économiques communes, tandis que le PVFCF central de Pension est calculé selon une convention déterministe.

Le troisième apport réside dans la séparation explicite entre hypothèses de tarification et hypothèses de projection. Cette distinction permet de challenger les paramètres commerciaux sans confondre le

prix retenu à la souscription avec l'expérience future attendue. Les sensibilités montrent notamment que les écarts de mortalité, de frais, de rendement ou de comportement peuvent modifier fortement la création de valeur après la souscription.

Enfin, le mémoire articule plusieurs dimensions qui sont souvent analysées séparément : rentabilité, capital, risques non couvrables, valorisation stochastique, IFRS 17, profils assurés et rendement des actifs. L'intérêt du cadre retenu réside donc moins dans la recherche d'un indicateur unique que dans la lecture conjointe des différentes mesures.

10.4 Implications pour le pilotage

Les résultats montrent qu'aucun indicateur ne peut être interprété isolément. Une CSM élevée ne signifie pas nécessairement que le produit crée une valeur économique importante pour l'actionnaire. Inversement, une VNB positive ne préjuge ni de la reconnaissance future du résultat comptable ni de la robustesse du produit à des conditions défavorables.

Pour Décès, le suivi d'expérience doit principalement porter sur la mortalité, les frais et les commissions. La comparaison entre hypothèses tarifaires et mortalité *best estimate* constitue un élément essentiel du pilotage de la marge.

Pour InvestPU, la rentabilité doit être pilotée conjointement avec la gestion actif-passif. Le niveau de la garantie, la politique de participation bénéficiaire, les taux, la volatilité et la persistance des contrats déterminent directement le coût des engagements financiers. La fixation du taux garanti ne peut donc être dissociée de la stratégie d'investissement et du capital mobilisé.

Pour Pension, la faiblesse relative de la VNB centrale rend le produit plus sensible à la dérive des frais, aux taux, à la garantie et au coût du capital. Les résultats montrent également que les chargements futurs constituent un levier important, mais que leur modification relève d'une décision commerciale et ne peut être assimilée à une amélioration automatique de l'efficacité économique.

Les sensibilités doivent ainsi être intégrées au processus de conception et de suivi des produits. Elles permettent d'identifier les hypothèses susceptibles de remettre en cause la rentabilité centrale et de définir des leviers d'action portant notamment sur le tarif, les garanties, les frais, la participation bénéficiaire, l'allocation d'actifs et le capital.

10.5 Limites et perspectives

Les résultats restent dépendants des simplifications inhérentes au cadre académique retenu.

La mortalité repose sur les données de population générale publiées par Statbel et aucune amélioration future n'est intégrée dans le scénario central. Une extension naturelle consisterait à utiliser des données d'expérience assureur ainsi qu'un modèle prospectif d'amélioration de mortalité, en particulier pour les profils jeunes de Pension.

Les comportements de rachat et la participation bénéficiaire reposent également sur des règles simplifiées. Une application opérationnelle pourrait s'appuyer sur des historiques de comportement, intégrer une réserve collective de participation, des mécanismes de lissage et des actions de gestion discrétionnaires.

La modélisation financière utilise un modèle de Hull–White à un facteur. Ce choix permet une mise en œuvre parcimonieuse et cohérente avec l'objectif du mémoire, mais ne reproduit pas indépendamment les mouvements de niveau, de pente et de courbure de la structure des taux. Une extension pourrait recourir à un modèle multifactoriel et à une représentation plus détaillée des spreads, des actifs et des stratégies de couverture.

Sous IFRS 17, l'étude est limitée à la mesure initiale. Elle ne modélise ni la libération ultérieure de la CSM, ni les unités de couverture, ni les écarts d'expérience au cours de la vie du contrat. Le Risk Adjustment repose par ailleurs sur une approximation académique au coût du capital. L'utilisation d'autres méthodes de détermination du RA constituerait donc un prolongement naturel.

Les ajustements appliqués à la courbe d'actualisation IFRS 17 constituent également des conventions académiques. Ils ne correspondent pas à une prime de liquidité calibrée sur un portefeuille réel d'actifs. De même, la convention déterministe retenue pour le PVFCF IFRS central de Pension doit être distinguée des diagnostics économiques stochastiques réalisés avec le générateur de scénarios.

La frontière contractuelle IFRS 17 retenue pour Pension constitue enfin une hypothèse importante du modèle. Elle suppose que les cotisations futures attendues jusqu'à la retraite demeurent dans la frontière contractuelle. Dans une application réelle, cette conclusion devrait être confirmée au regard des conditions contractuelles précises et, notamment, des droits éventuels de l'assureur de réévaluer pleinement le risque ou de modifier la tarification des cotisations futures.

La ventilation centrale entre frais directement attribuables et non attribuables repose également sur une simplification. Une compagnie réelle devrait s'appuyer sur une comptabilité analytique plus détaillée, par exemple selon une démarche d'*Activity-Based Costing*, afin de justifier cette répartition.

Enfin, l'étude est menée *stand-alone*, sans portefeuille préexistant, réassurance ni diversification entre générations de contrats. Le passage à un portefeuille réel permettrait d'étudier les effets de mutualisation, de diversification, d'absorption des frais fixes et d'interaction avec les affaires en vigueur.

Les analyses prospectives consacrées à l'évolution de la Risk Margin pourront également être actualisées lorsque les nouvelles dispositions prudentielles seront pleinement applicables. Le scénario étudié dans ce mémoire doit être compris comme une lecture prospective distincte du cadre central au 31 décembre 2024.

10.6 Conclusion

L'analyse montre que la rentabilité des nouvelles affaires en assurance vie est une notion multidimensionnelle. Elle dépend à la fois du prix du produit, de l'expérience future, du coût des garanties, des risques supportés, du capital mobilisé et du référentiel utilisé pour mesurer le résultat.

La VNB apporte une lecture de création de valeur économique, tandis que la CSM représente un profit comptable non acquis relatif aux services futurs. Les deux indicateurs ne sont donc ni concurrents ni interchangeables. Leur rapprochement permet au contraire de mieux comprendre comment un même produit peut présenter une image différente selon que l'on s'intéresse à la valeur actionnariale ou à la reconnaissance comptable du profit.

Les trois produits étudiés illustrent cette complémentarité. Décès est principalement exposé au risque biométrique, InvestPU au coût des garanties financières et Pension à la combinaison de la durée, des frais, des taux et du coût du capital. Les analyses de sensibilité montrent surtout qu'une rentabilité positive dans le scénario central ne constitue qu'un point de départ : la qualité d'un produit dépend également de sa capacité à conserver cette rentabilité lorsque les hypothèses s'écartent des conditions attendues.

La lecture conjointe de la VNB, de la CSM, du capital et des sensibilités constitue ainsi un cadre pertinent pour éclairer les décisions de tarification, de gestion des risques et de pilotage des nouvelles affaires en assurance vie.

Notice relative à l'utilisation de l'intelligence artificielle

Des outils d'intelligence artificielle générative ont été utilisés comme outils d'assistance au cours de la réalisation de ce mémoire. Leur utilisation a principalement concerné la génération et la restructuration de certains éléments de code R, l'aide au débogage, ainsi que la reformulation et l'amélioration rédactionnelle de certains passages.

Les choix méthodologiques, les hypothèses actuarielles, la construction des modèles, l'analyse des résultats et les conclusions du mémoire restent sous la responsabilité de l'auteur. Les résultats numériques présentés ont été obtenus à partir des moteurs de calcul développés pour le mémoire et ont fait l'objet de contrôles de cohérence et de validation.

L'intelligence artificielle n'a donc pas été utilisée comme source scientifique ou réglementaire. Les affirmations théoriques et réglementaires reposent sur les références citées dans la bibliographie.

Bibliography

- [1] Banque nationale de Belgique. Modèles pour sociétés : modèles spécifiques de comptes annuels des sociétés d'assurance. <https://www.nbb.be/fr/centrale-des-bilans/etablir-et-deposer/que-faut-il-deposer/modeles/modeles-pour-societes>, 2026. La page renvoie à l'arrêté royal du 17 novembre 1994 relatif aux comptes annuels des entreprises d'assurance et de réassurance; consultée le 9 août 2026.
- [2] Damiano Brigo and Fabio Mercurio. *Interest Rate Models – Theory and Practice: With Smile, Inflation and Credit*. Springer Finance, Heidelberg, 2 edition, 2006.
- [3] CFO Forum. European embedded value principles, 2004.
- [4] CFO Forum. Market consistent embedded value principles and guidance. https://www.cfoforum.eu/mediaitem/ef545164-56b7-4294-a9d7-f84115ab3c71/MCEV_Principles_and_Guidance_October_2009.pdf, October 2009. Consulté le 9 août 2026.
- [5] Commission européenne. Règlement délégué (ue) 2015/35 de la commission du 10 octobre 2014 complétant la directive 2009/138/ce relative à l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et à leur exercice. Journal officiel de l'Union européenne, L 12, 17 janvier 2015; https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2015/35/oj, 2015. Règlement délégué Solvabilité II, tel que modifié, consulté le 5 août 2026.
- [6] European Insurance and Occupational Pensions Authority. Solvency ii relevant risk-free interest rate term structures: End-december 2024. <https://www.eiopa.europa.eu/eiopa-publishes-monthly-technical-information-solvency-ii-relevant-risk-free-interest-en>, January 2025. Publication du 7 janvier 2025, consultée le 9 août 2026.
- [7] John Hull and Alan White. Pricing interest-rate-derivative securities. *Review of Financial Studies*, 3(4):573–592, 1990.
- [8] IFRS Foundation. Ifrs 17 insurance contracts. <https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-17-insurance-contracts/>, 2025. Consulté le 9 août 2026.
- [9] Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. Directive 2009/138/ce du parlement européen et du conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice. Journal officiel de l'Union européenne, L 335, 17 décembre 2009; <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/138/oj>, 2009. Directive Solvabilité II, version consolidée, consultée le 5 août 2026.
- [10] Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. Directive (ue) 2025/2 modifiant la directive 2009/138/ce, notamment en ce qui concerne les mesures de garantie à long terme et la marge de risque. Journal officiel de l'Union européenne; https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202500002, 2025. Prévoit notamment un taux du coût du capital de 4,75% à compter du 30 janvier 2027; consultée le 9 août 2026.
- [11] Benjamin Patra. Rentabilité du new business d'un portefeuille d'épargne de solvabilité 2 à ifrs 17. Master's thesis, ENSAE Paris, 2023. <https://www.institutdesactuaires.com/se-documenter/memoires/memoires-d-actuariat-4651?id=d283a9772e6bdad59c687bde5b88b21f>, consulté le 9 août 2026.
- [12] Service public fédéral Finances. Corporate income tax return: Rate. <https://finance.belgium.be/en/enterprises/corporation-tax/corporate-income-tax-return>, 2026. Consulté le 9 août 2026.

- [13] Statbel. Tables de mortalité et espérance de vie. <https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/mortalite-et-esperance-de-vie/tables-de-mortalite-et-esperance-de-vie>, 2026. Tables annuelles par âge et par sexe, données 2022, 2023 et 2024, consultées le 5 août 2026.

A Principaux extraits du code R

1. Actualisation des flux

```
taux_spot_courbe <- function(t, courbe) {
  approx(
    x = courbe$maturite,
    y = courbe$taux_spot,
    xout = t,
    method = "linear",
    rule = 2
  )$y
}

facteur_actualisation <- function(t, courbe) {
  r <- taux_spot_courbe(t, courbe)
  (1 + r)^(-t)
}

valeur_actuelle <- function(flux, temps, courbe) {
  sum(
    flux * facteur_actualisation(temps, courbe),
    na.rm = TRUE
  )
}
```

2. Rachats dynamiques

```
ajustement_rachat_dynamique <- function(ecart_taux, p) {

  if (ecart_taux <= p$alpha)
    return(p$rd_min)

  if (ecart_taux < p$beta)
    return(
      p$rd_min *
      (p$beta - ecart_taux) /
      (p$beta - p$alpha)
    )

  if (ecart_taux <= p$gamma)
    return(0)

  if (ecart_taux < p$delta)
    return(
      p$rd_max *
      (ecart_taux - p$gamma) /
      (p$delta - p$gamma)
    )

  return(p$rd_max)
}
```

3. Agrégation du SCR

```
agregation_scr <- function(chocs, correlation) {

  x <- pmax(as.numeric(chocs), 0)

  scr <- sqrt(
    max(
      as.numeric(
        t(x) %*% correlation %*% x
      ),
      0
    )
  )

  return(scr)
}

calcul_risk_margin <- function(scr_futurs, courbe, coc = 0.06) {

  t <- seq_along(scr_futurs)

  df <- facteur_actualisation(t, courbe)

  coc * sum(scr_futurs * df)
}
```

4. Génération des scénarios Hull-White

```
variance_integrale_ou <- function(t, kappa, sigma) {
  sigma^2 / kappa^2 * (
    t -
    2 * (1 - exp(-kappa * t)) / kappa +
    (1 - exp(-2 * kappa * t)) / (2 * kappa)
  )
}

gse <- generer_gse_hull_white(
  courbe = COURBE_SII_CENTRALE,
  nombre_scenarios = 10000,
  graine_taux = graine_taux,
  graine_rendements = graine_actifs,
  horizon = horizon
)
```

5. TVOG et Value of New Business

```
pvfp_scenarios <- profit_avant_impot * (1 - taux_impot)

pvfp_stoch <- mean(pvfp_scenarios)

tvog_brute <- PVFP_CE - pvfp_stoch

TVOG <- max(tvog_brute, 0)

erreur_standard <- sd(pvfp_scenarios) /
  sqrt(length(pvfp_scenarios))

PVFP <- resultats$pvfp
CNHR <- resultats$cnhr
FCRC <- resultats$fcrc

VNB <- PVFP - TVOG - CNHR - FCRC
```

6. IFRS 17, sensibilités et contrôles

```
FCF <- PVFCF_HORS_RA + RISK_ADJUSTMENT

CSM_INITIALE <- max(-FCF, 0)
LOSS_COMPONENT <- max(FCF, 0)

MARGE_IFRS <- CSM_INITIALE - LOSS_COMPONENT

produit_choc <- PRODUIT
produit_choc$contrat$taux_garanti <-
  PRODUIT$contrat$taux_garanti + 0.005

resultat_choc <- evaluer_produit_sensible(
  categorie = "Financier",
  scenario = "Garantie +50 pb",
  produit = produit_choc
)

stopifnot(
  abs(VNB - (PVFP - TVOG - CNHR - FCRC)) < 1e-6
)

stopifnot(
  abs(FCF - (PVFCF_HORS_RA + RISK_ADJUSTMENT)) < 1e-6
)

stopifnot(
  abs(CSM_INITIALE - max(-FCF, 0)) < 1e-6
)

stopifnot(
  abs(LOSS_COMPONENT - max(FCF, 0)) < 1e-6
)
```

B Détail des hypothèses techniques et comportementales

Cette annexe complète la section 4.3 en présentant les formules de calibration et les paramètres techniques détaillés utilisés dans les trois moteurs.

B.1 Construction de la mortalité

Pour un âge x , un sexe $s \in \{H, F\}$ et une année civile a , $q_{x,s,a}$ désigne le quotient de mortalité observé et $E_{x,s,a}$ l'exposition correspondante. Les données Statbel 2022–2024 sont agrégées par pondération des expositions :

$$q_{x,s}^{Statbel} = \frac{\sum_{a=2022}^{2024} E_{x,s,a} q_{x,s,a}}{\sum_{a=2022}^{2024} E_{x,s,a}}. \quad (\text{B.1})$$

Une loi de Gompertz–Makeham est ensuite ajustée séparément pour les hommes et les femmes. La force de mortalité est donnée par :

$$\mu_{x,s} = A_s + B_s c_s^x, \quad A_s > 0, \quad B_s > 0, \quad c_s > 1. \quad (\text{B.2})$$

Le quotient annuel correspondant est :

$$q_{x,s}^{GM} = 1 - \exp \left[-A_s - B_s c_s^x \frac{c_s - 1}{\ln(c_s)} \right]. \quad (\text{B.3})$$

Les paramètres sont calibrés sur les âges de 20 à 90 ans en minimisant une erreur quadratique pondérée sur le logarithme des quotients :

$$\min_{A_s, B_s, c_s} \sum_{x=20}^{90} w_{x,s} \left[\ln q_{x,s}^{GM} - \ln q_{x,s}^{Statbel} \right]^2, \quad (\text{B.4})$$

avec des poids proportionnels aux expositions.

La mortalité centrale projetée est :

$$q_{x+t,s,t}^{BE} = q_{x+t,s}^{BE}, \quad (\text{B.5})$$

ce qui traduit l'absence d'hypothèse d'amélioration future de mortalité dans le scénario central.

B.2 Fonction de rachat dynamique

Pour InvestPU et Pension, la composante dynamique dépend de l'écart entre le rendement de marché et le rendement crédité :

$$d_t = r_t^{\text{marché}} - r_t^{\text{crédité}}. \quad (\text{B.6})$$

L'ajustement relatif est défini par :

$$RD(d) = \begin{cases} RD_{min}, & d \leq \alpha, \\ RD_{min} \frac{\beta - d}{\beta - \alpha}, & \alpha < d < \beta, \\ 0, & \beta \leq d \leq \gamma, \\ RD_{max} \frac{d - \gamma}{\delta - \gamma}, & \gamma < d < \delta, \\ RD_{max}, & d \geq \delta. \end{cases} \quad (B.7)$$

Les paramètres retenus sont :

$$\alpha = -5 \%, \quad \beta = -1 \%, \quad \gamma = 1 \%, \quad \delta = 3 \%, \quad (B.8)$$

avec :

$$RD_{min} = -5 \%, \quad RD_{max} = 30 \%. \quad (B.9)$$

Le taux de sortie effectif est défini par :

$$\ell_t = \min \left[1, \max \left(0, \ell_t^{struct} + RD(d_t) \right) \right]. \quad (B.10)$$

L'ajustement est donc additif. À titre d'illustration, si le taux structurel est égal à 10 % et si la fonction dynamique atteint $RD(d) = 30 \%$, le taux total avant application de la borne vaut 40 %.

Inversement, un ajustement négatif peut réduire le taux structurel, sans que le taux de sortie puisse devenir inférieur à zéro.

Cette fonction n'est pas calibrée sur des observations d'expérience propres à AssurVie. Elle constitue une convention comportementale académique permettant de représenter la réaction des assurés à l'écart entre le rendement de marché et le rendement crédité au contrat.

B.3 Détail des frais tarifaires et best estimate

Le tableau B.1 présente les hypothèses unitaires utilisées dans les moteurs.

Produit	Base tarifaire	Base <i>best estimate</i>
Décès	Acquisition : 150 EUR ; gestion : 52 EUR/an ; sinistre : 160 EUR ; encaissement : 2 % des primes ; inflation : 2,5 %	Acquisition : 140 EUR ; gestion : 50 EUR/an ; sinistre : 150 EUR ; encaissement : 2 % ; inflation : 2 %
InvestPU	Acquisition : 250 EUR ; gestion : 35 EUR/an ; décès ou rachat : 50 EUR ; échéance : 75 EUR	Acquisition : 275 EUR ; gestion : 40 EUR/an ; décès ou rachat : 60 EUR ; échéance : 85 EUR
Pension	Acquisition : 200 EUR ; gestion : 45 EUR/an ; décès ou rachat : 50 EUR ; échéance : 75 EUR	Acquisition : 225 EUR ; gestion : 50 EUR/an ; décès ou rachat : 60 EUR ; échéance : 85 EUR

Table B.1: Bases tarifaires et *best estimate* des frais unitaires.

Pour InvestPU et Pension, un coût annuel supplémentaire de gestion des actifs égal à 0,10 % de la réserve est appliqué. Les frais fixes *best estimate* sont indexés de 2 % par an.

Sous IFRS 17, la convention centrale d'attribuabilité est :

$$F_t^{IFRS17} = 0,95 F_t^{\text{économique}}. \quad (B.11)$$

Le solde de 5 % reste supporté économiquement par l'entreprise, mais est exclu des *fulfilment cash flows*.

C Compléments techniques sur le générateur de scénarios économiques

Cette annexe complète le chapitre 5 en présentant les éléments numériques et d'implémentation nécessaires à la reproductibilité du générateur, mais non indispensables à la lecture du corps du mémoire.

C.1 Interpolation de la courbe de taux

La courbe centrale SII/MCEV EIOPA EUR applicable à la Belgique, incluant le *Volatility Adjustment*, est chargée jusqu'à la dernière maturité nécessaire. Pour construire la grille mensuelle, les prix zéro-coupon sont interpolés linéairement sur leur logarithme.

Pour une maturité u comprise entre T_k et T_{k+1} :

$$\ln P^{SII}(0, u) = \frac{T_{k+1} - u}{T_{k+1} - T_k} \ln P^{SII}(0, T_k) + \frac{u - T_k}{T_{k+1} - T_k} \ln P^{SII}(0, T_{k+1}). \quad (C.1)$$

Cette convention garantit la positivité des prix zéro-coupon et évite d'imposer artificiellement un taux constant sur les maturités longues.

C.2 Représentation du modèle de Hull–White

Pour l'implémentation, le taux court est écrit :

$$r_t = x_t + \varphi(t), \quad (C.2)$$

où le facteur stochastique suit un processus d'Ornstein–Uhlenbeck :

$$dx_t = -\kappa x_t dt + \sigma_{HW} dW_t^{\mathbb{Q}}, \quad x_0 = 0. \quad (C.3)$$

Si $P^M(0, T)$ représente le prix zéro-coupon initial et $f^M(0, t)$ le forward instantané correspondant :

$$f^M(0, t) = -\frac{\partial \ln P^M(0, t)}{\partial t}. \quad (C.4)$$

Le décalage déterministe est :

$$\varphi(t) = f^M(0, t) + \frac{\sigma_{HW}^2}{2\kappa^2} (1 - e^{-\kappa t})^2. \quad (C.5)$$

Cette représentation permet au modèle de reproduire la structure initiale des prix zéro-coupon.

C.3 Simulation mensuelle exacte

Le pas de simulation est mensuel :

$$h = \frac{1}{12}. \quad (C.6)$$

La transition exacte du facteur x_t est :

$$x_{t+h} = e^{-\kappa h} x_t + \eta_{x,t}, \quad (\text{C.7})$$

avec :

$$\text{Var}(\eta_{x,t}) = \frac{\sigma_{HW}^2}{2\kappa} (1 - e^{-2\kappa h}). \quad (\text{C.8})$$

L'intégrale du facteur sur le même intervalle est simulée conjointement :

$$\int_t^{t+h} x_u du = B(h)x_t + \eta_{I,t}, \quad B(h) = \frac{1 - e^{-\kappa h}}{\kappa}. \quad (\text{C.9})$$

Les deux innovations sont corrélées et satisfont :

$$\text{Var}(\eta_{I,t}) = \frac{\sigma_{HW}^2}{\kappa^2} \left[h - 2B(h) + \frac{1 - e^{-2\kappa h}}{2\kappa} \right], \quad (\text{C.10})$$

$$\text{Cov}(\eta_{x,t}, \eta_{I,t}) = \frac{\sigma_{HW}^2}{2\kappa^2} (1 - e^{-\kappa h})^2. \quad (\text{C.11})$$

La simulation conjointe évite le biais d'une discrétisation d'Euler et permet de calculer directement :

$$D_s(0, T) = \exp \left(- \int_0^T r_{s,u} du \right). \quad (\text{C.12})$$

Les facteurs mensuels sont conservés sans arrondi puis agrégés aux dates annuelles utilisées par les moteurs produits.

C.4 Agrégation annuelle des flux

Pour chaque scénario, les moteurs calculent les réserves, intérêts crédités, prestations, rachats, frais, commissions et profits.

Si $CF_{j,s,t}$ représente le flux actionnarial après impôt du produit j , la valeur actualisée des profits du scénario s est :

$$PVFP_{j,s}^{stoch} = \sum_t D_s(0, t) CF_{j,s,t}. \quad (\text{C.13})$$

Les horizons effectivement utilisés dépendent du produit et du profil assuré. Pour Pension, sous SII/MCEV, seule la première cotisation appartient au périmètre des nouvelles affaires ; l'obligation qu'elle crée est toutefois projetée jusqu'à son extinction. Sous IFRS 17, la frontière retenue inclut l'ensemble des cotisations futures attendues et les flux associés jusqu'à l'âge de 67 ans.

Les horizons correspondants atteignent 37 ans pour un assuré âgé de 30 ans à la souscription, 22 ans pour le profil H45 et 7 ans pour un assuré âgé de 60 ans.

Un seul générateur de scénarios économiques est utilisé dans le modèle pour les valorisations stochastiques. InvestPU utilise notamment les mêmes trajectoires économiques sous SII/MCEV et IFRS 17. Pour Pension, le GSE est utilisé pour les valorisations économiques, la TVOG et les diagnostics stochastiques, tandis que le PVFCF IFRS central est calculé selon la convention déterministe retenue.

C.5 Erreur Monte-Carlo et convergence de la TVOG

L'erreur standard associée à la moyenne des $PVFP$ stochastiques est :

$$SE_j^{MC} = \frac{s(PVFP_{j,1}^{stoch}, \dots, PVFP_{j,N}^{stoch})}{\sqrt{N}}. \quad (C.14)$$

La convergence est vérifiée successivement avec 1 000, 2 000, 5 000, 10 000 et 20 000 scénarios. Les sorties conservent à la fois la $TVOG$ brute, la valeur publiée après plancher à zéro et l'erreur standard Monte-Carlo.

C.6 Contrôle et correction de martingalité

Sous la mesure risque-neutre, la moyenne des facteurs d'actualisation simulés doit être cohérente avec les prix zéro-coupon observés à la date initiale :

$$\mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[D(0, T)] = P^M(0, T). \quad (C.15)$$

Avant correction, l'estimateur Monte-Carlo est :

$$\hat{P}^{MC}(0, T) = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N D_s^{raw}(0, T). \quad (C.16)$$

L'erreur relative brute est :

$$\varepsilon_T^{raw} = \frac{\hat{P}^{MC}(0, T) - P^M(0, T)}{P^M(0, T)}. \quad (C.17)$$

Afin d'éviter qu'un biais Monte-Carlo résiduel sur la courbe initiale ne se transmette aux valorisations, une correction multiplicative est appliquée séparément à chaque maturité :

$$\widetilde{D}_s(0, T) = D_s^{raw}(0, T) \frac{P^M(0, T)}{\frac{1}{N} \sum_{u=1}^N D_u^{raw}(0, T)}. \quad (C.18)$$

Par construction :

$$\frac{1}{N} \sum_{s=1}^N \widetilde{D}_s(0, T) = P^M(0, T). \quad (C.19)$$

Les erreurs brutes restent néanmoins conservées comme indicateur de qualité du générateur avant correction.

Les contrôles sont réalisés sur plusieurs maturités couvrant les horizons des produits, notamment 1, 5, 8, 10, 22, 30 et 37 ans. Après correction, l'écart résiduel provient uniquement de la précision numérique des calculs.

D Compléments sur le calcul du SCR et de la Risk Margin

Cette annexe complète la section 6.2 en regroupant les paramètres nécessaires à la reproduction du calcul. Le principe général du SCR et son interprétation sont présentés dans le corps du mémoire.

D.1 Chocs retenus

Risque	Choc appliqué
Mortalité	$q_x^{shock} = 1,15 q_x^{BE}$.
Longévité	$q_x^{shock} = 0,80 q_x^{BE}$.
Frais	Niveau +10 % et inflation +1 point.
Rachat hausse	Taux central $\times 1,50$.
Rachat baisse	Taux central $\times 0,50$.
Rachat massif	Sortie immédiate de 40 %.
Catastrophe	$q_{x,1}^{shock} = q_{x,1}^{BE} + 0,0015$.
Actions	39 % de l'exposition actions.
Spread	4,5 % de l'exposition corporate.

Table D.1: Principaux chocs utilisés dans le calcul du SCR.

Pour les rachats :

$$SCR_{rachat} = \max(SCR_{up}, SCR_{down}, SCR_{mass}). \quad (D.1)$$

D.2 Risque de taux et actifs

Les facteurs de choc utilisés aux principales maturités sont :

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40
s_t^{up}	70%	70%	64%	59%	55%	52%	49%	47%	44%	42%	38%	35%	30%	25%
s_t^{down}	75%	65%	56%	50%	46%	42%	39%	36%	33%	31%	28%	25%	22%	20%

Table D.2: Facteurs de choc de taux utilisés dans les moteurs.

Les courbes stressées sont construites selon :

$$z_t^{up} = z_t + \max(s_t^{up} z_t, 0,01), \quad (D.2)$$

$$z_t^{down} = \max[z_t(1 - s_t^{down}), 0]. \quad (D.3)$$

Pour InvestPU et Pension, les allocations utilisées sont :

	InvestPU	Pension
Souverain	65%	60%
Corporate	20%	20%
Actions	10%	15%
Trésorerie	5%	5%
Duration obligataire	4,5	7,0

Table D.3: Allocation représentative utilisée pour le SCR de marché.

Le risque de taux tient compte conjointement du choc sur le BEL et de l'approximation par duration de la variation des actifs obligataires :

$$SCR_{taux} = \max \left[L_A^{up} + BEL^{up} - BEL^{central}, BEL^{down} - BEL^{central} - G_A^{down}, 0 \right]. \quad (D.4)$$

D.3 Corrélations et agrégation

Pour les produits d'épargne :

$$\Gamma_{vie} = \begin{pmatrix} 1 & -.25 & .25 & .25 & .25 \\ -.25 & 1 & .25 & .25 & .25 \\ .25 & .25 & 1 & .25 & .25 \\ .25 & .25 & .25 & 1 & .25 \\ .25 & .25 & .25 & .25 & 1 \end{pmatrix},$$

dans l'ordre mortalité, longévité, frais, rachat et catastrophe.

Pour Décès :

$$\Gamma_{vie}^{Décès} = \begin{pmatrix} 1 & .25 & 0 & .25 \\ .25 & 1 & .50 & .25 \\ 0 & .50 & 1 & .25 \\ .25 & .25 & .25 & 1 \end{pmatrix}.$$

Pour le marché :

$$\Gamma_{marché} = \begin{pmatrix} 1 & .25 & .25 \\ .25 & 1 & .25 \\ .25 & .25 & 1 \end{pmatrix}.$$

L'agrégation générale est :

$$SCR_{\mathcal{M}} = \sqrt{\mathbf{s}_{\mathcal{M}}^{\top} \Gamma_{\mathcal{M}} \mathbf{s}_{\mathcal{M}}}. \quad (D.5)$$

Les blocs vie et marché sont ensuite agrégés avec une corrélation de 25 %.

D.4 Risque opérationnel et Risk Margin

Pour InvestPU et Pension :

$$SCR_{op} = \min [0,04P_1 + 0,0045 \max(BEL_0, 0), 0,30 BSCR]. \quad (D.6)$$

Pour Décès, seule la composante $0,04P_1$ est retenue. Dans tous les cas :

$$SCR = BSCR + SCR_{op}, \quad LAC_{TP} = LAC_{DT} = 0. \quad (D.7)$$

La Risk Margin centrale est obtenue à partir du profil annuel de capital :

$$RM_0 = 0,06 \sum_{t=0}^{T-1} SCR_{RU}(t) DF^{basic}(0, t+1). \quad (D.8)$$

Le profil $SCR_{RU}(t)$ décroît avec l'extinction progressive du portefeuille. Pour Pension, il porte uniquement sur le runoff de l'obligation créée par la première cotisation. Les sensibilités au taux de 4,75 % et à la réforme prospective sont présentées au chapitre 9.

Les calculs restent des approximations académiques appliquées *stand-alone*. Les risques de change, immobilier, concentration et contrepartie ne sont pas modélisés séparément.

