

Mémoire présenté le : 8 Juillet 2019

pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA et
l'admission à l'Institut des Actuaires

Par : Jérémy Pugeon

Titre : Ajustement pour risque sous IFRS 17 : impacts des méthodes de calculs sur un
portefeuille non-vie

Confidentialité : ☒ NON ☐ (Durée : ☐ 1 an ☐ 2 ans)

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

*Membres présents du jury de Signature
l'Institut des Actuaires*

Entreprise :

Nom : SIA PARTNERS

Signature : 

*Directeur de mémoire en entre-
prise :*

Nom : Ronan Davit

Signature : 

*Membres présents du jury de
l'ISFA*

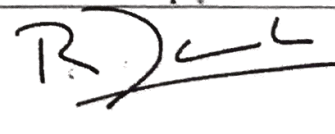
Invité :

Nom :

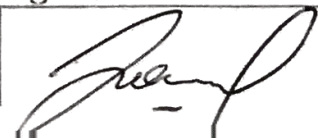
Signature :

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

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



Résumé

La norme IFRS 17 sur les contrats d'assurance a été publiée en mai 2017 et viendra remplacer la norme IFRS 4 le 1er janvier 2022. L'*International Accounting Standard Board* (IASB) propose 3 modèles comptables permettant de comptabiliser les contrats d'assurance, de réassurance et contrats d'investissement avec participation aux bénéfices discrétionnaire : le modèle général, la *Premium Allocation Approach* (PAA) et la *Variable Fee Approach* (VFA).

Dans le modèle PAA, les provisions sont composées du *Current Estimate* (CE) et de l'ajustement pour les risques non-financiers (RA). Ce mémoire a pour objectif d'étudier les différentes méthodologies de calculs du RA sur un portefeuille de contrats MultiRisques Habitation (MRH). Pour cela, il a d'abord été nécessaire de comprendre l'environnement réglementaire, notamment la norme Solvabilité 2 et les principes fondamentaux de la norme IFRS 17. La recommandation de l'IASB a été prise en compte sur le calcul de l'ajustement pour risque. Dans ce mémoire, il a été présenté comment le calcul du RA sur le portefeuille étudié a été appréhendé.

La première méthode implémentée a été la méthode par coût du capital, en référence au calcul de la marge pour risque sous Solvabilité 2, afin de partir d'une méthode connue sur le marché. Ensuite, des méthodes par mesures de risque ont été mises en place : *Value at Risk* (VaR), *Tail Value at Risk* (TVaR) et *Proportional Hazard Transform* (PHT). La distribution sous-jacente nécessaire dans cette méthode a été estimée par *bootstrap*-Chain Ladder.

Après cela, il a été question d'implémenter un outil de reporting sous le modèle PAA, permettant de générer la projection du compte de résultat et du bilan IFRS 17. Cet outil, prenant en entrées les sorties des modèles actuariels, a permis de déterminer la sensibilité de la méthode de calcul du RA sur le résultat et sur le bilan.

Il a tout d'abord été vu une méthode par coût du capital, sa mise en place étant peu coûteuse. Cette approche, se basant sur les recommandations de l'EIOPA par méthode standard, semble néanmoins moins agile pour calibrer l'aversion au risque de l'assureur. Les méthodes VaR et TVaR correspondent aux critères donnés par l'IASB en terme de cohérence du risque et d'aversion au risque. La méthode TVaR ressort plus prudente que la VaR et donc, semble convenir pour une compagnie d'assurances averse au risque ou bien, pour estimer un RA sur des risques mal maîtrisés. La méthode PHT semble quant à elle convenir à une compagnie d'assurances averse au risque. En effet, cette approche alourdit la queue de distribution par le biais d'un coefficient de distorsion. Ce dernier sera à calibrer en fonction de l'aversion au risque de l'entité, ce qui paraît moins aisé.

Il a été remarqué que le résultat d'assurance de première année était impacté à la baisse lorsque le RA augmentait. Selon le choix de l'entité, une communication auprès des investisseurs à la transition sera importante.

Mots clés - IASB, IFRS 17, Solvabilité 2, *Best Estimate*, *Current Estimate*, LIC, LRC, *Risk Adjustment*, *Risk Margin*, Marge pour risque, Ajustement pour risque, Mesures de risques, Assurance non-vie

Executive Summary

IFRS 17 on insurance contracts was published in May 2017 and will replace IFRS 4 on 1 January 2022. The International Accounting Standard Board (IASB) proposes 3 accounting models for accounting for insurance, reinsurance and direct participating contracts : the general model, the Premium Allocation Approach (PAA) and the Variable Fee Approach (VFA).

In the PAA model, provisions are composed of the *Current Estimate* (CE) and the risk adjustment for non-financial risks (RA). The purpose of this thesis is to study the different methodologies for calculating the RA on a portfolio of household insurance (MRH) contracts. To do this, it was first necessary to understand the regulatory environment, in particular Solvency 2 and the fundamental principles of IFRS 17. The IASB recommendation on the calculation of the risk adjustment was then taken into account. In this thesis, it was presented the calculation of the RA on the portfolio studied was apprehended.

The first method implemented was the Cost of Capital method (CoC), with reference to the calculation of the risk margin under Solvency 2, in order to start from a method known on the market. Then, risk measurement methods were implemented : *Value at Risk* (VaR), *Tail Value at Risk* (TVaR) and *Proportional Hazard Transform* (PHT). The underlying distribution required in this method was estimated by *bootstrap* Chain Ladder.

After that, it was discussed to implement a reporting tool under the PAA model, allowing to generate the projection of the IFRS 17 income statement and balance sheetkp. This tool, which takes as inputs the outputs of the actuarial models, made it possible to determine the sensitivity of the RA calculation method to the income statement and the balance sheet.

First of all, it was seen that the Cost of Capital method was simple to implement. This approach, based on EIOPA's recommendations by standard method, seems less agile in calibrating the insurer's risk aversion. The VaR and TVaR methods correspond to the criteria given by the IASB in terms of risk consistency and risk aversion. The TVaR method is more conservative than VaR and therefore seems appropriate for a risk-averse insurance company or for estimating an RA on poorly controlled risks. The PHT method seems to be suitable for a risk-averse insurance company. Indeed, this approach increases the distribution queue by means of a distortion coefficient. The latter will have to be calibrated according to the entity's risk aversion, which seems less easy.

It was noted that the first year insurance result was impacted downward when the RA increased. Depending on the entity's choice, communication with investors at transition will be important.

Keywords - IASB, IFRS 17, Solvabilité 2, *Best Estimate*, *Current Estimate*, LIC, LRC, *Risk Adjustment*, *Risk Margin*, Marge pour risque, Ajustement pour risque, Mesures de risques, Assurance non-vie

Remerciements

Ce mémoire est pour moi le point final de mes études, et le début de ma vie professionnelle dans le monde de l'Actuariat. Rouen, Paris, Lyon, le parcours effectué jusqu'à présent m'a permis de faire de belles rencontres, et ces remerciements sont pour moi le moyen d'essayer de tous les remercier : *"les personnes que l'on côtoie sont le reflet de ce que l'on est"*.

Dans un premier temps, je souhaite remercier Benoit MENONI pour avoir pris le temps de me contacter lors de ma recherche d'un contrat d'alternance en septembre 2017. Naturellement, je remercie au même titre Michaël DONIO et Ronan DAVIT, directeurs de la practice Actuariat chez Sia Partners, pour m'avoir accompagné lors de cette année.

Je réitère mes remerciements à Ronan DAVIT, ainsi qu'à Moujib AOUN, mes tuteurs durant cette année d'alternance entre Sia Partners et l'ISFA. Merci pour votre patience, votre écoute et votre temps passé à me conseiller.

Pour leur bonne humeur quotidienne, les croissants et les crêpes au nutella, je remercie tous les stagiaires Actuaires de Sia Partners, ainsi que toute l'équipe Actuariat avec qui j'ai eu plaisir d'échanger.

J'adresse mes sincères remerciements à toute l'équipe pédagogique du Master Actuariat de l'ISFA, ainsi que ma tutrice pédagogique Jiao YING, qui m'a accompagné et aiguillé lors de la rédaction de ce mémoire. Cette dernière année à Lyon vient clôturer mon parcours après 5 années passées à l'Université de Rouen. A ce titre, je tiens également à remercier l'équipe pédagogique Rouennaise, de la licence Mathématiques au Master Actuariat, pour m'avoir permis d'entrer et de réussir cette année à l'Université Lyon 1.

Je remercie toutes les personnes qui ont eu confiance en moi, notamment Paul RAYNAUD de FITTE - responsable du Master Actuariat de Rouen -, Hervé ODJO - intervenant actuariat non-vie au sein du Master Actuariat de Rouen, directeur général ODJO Actuaire Conseil - et Thomas LAFFILAY-LEFEZ - tuteur lors de mon année d'alternance 2016/2017, manager de l'équipe de souscription courtage spécialisé au sein de Malakoff Médéric -. Aussi, je remercie Sébastien MENNESSIER - directeur adjoint de succursale du groupe Crédit du Nord - qui n'a pas hésité à m'aider, et a contribué à mon entrée dans le monde professionnel.

Je tiens aussi à remercier l'équipe de souscription courtage spécialisé de Malakoff Médéric, supervisée par Thomas LAFFILAY-LEFEZ, dans laquelle j'ai effectué mon alternance en 2016/2017. Vous avez contribué à la réussite de ma première expérience professionnelle en Actuariat.

Merci à Laure Siméon, Fida Derbez, Arnaud Donguy et Ugo Misiti pour votre écoute, vos conseils et vos remarques ; merci à Julius Quiquet pour les débats sur les méthodes à appliquer ... ; merci à Damien Tichit pour la relecture du mémoire, pour tes remarques pertinentes et le temps passé à me conseiller.

Je souhaite maintenant remercier celles et ceux sans qui je ne serais pas là où je suis aujourd'hui : ma famille. Merci à mes parents et à mon frère, Gilles, Christèle et Corentin, de m'avoir soutenu sans faillir, jamais, dans toutes les étapes qui m'ont permis de réussir jusqu'à présent (y compris lors de la relecture de mes mémoires!). Je remercie Charlotte qui me soutient (et me supporte) quotidiennement dans mes choix. Merci à ses parents pour tout ce qu'ils font pour nous.

Enfin, je tiens à avoir une attention particulière pour mes grands-parents, qui seront tous fiers.

Merci à tous pour votre soutien et votre confiance.

Table des matières

Résumé	2
Remerciements	7
Table des figures	13
Liste des tableaux	15
Introduction	16
I Environnement réglementaire	17
1 Solvabilité 2 : pilotage du risque	19
1 Pilier 1 : Exigences quantitatives	19
1.1 Le SCR	20
1.2 Le <i>Best Estimate</i>	21
1.3 La <i>Risk Margin</i>	22
2 Pilier 2 : Exigence de gouvernance et ORSA	22
3 Pilier 3 : Informations à destination du public et du superviseur	22
2 Les normes IFRS	23
1 Institutions en charge des normes internationales	23
2 IFRS 13 : la notion de Juste Valeur	23
3 De IAS 39 à IFRS 9	23
3.1 IAS 39	23
3.2 IFRS 9	24
3 Modélisation des contrats d'assurance	27
0.1 IFRS 17	27
1 Modèle général	28
1.1 Évaluation du passif	29
1.2 <i>Current Estimate</i>	29
1.3 L'ajustement pour risque	30
1.4 Marge pour Service Contractuel	32
2 <i>Premium Allocation Approach</i> : un modèle simplifié	35
2.1 Modèle PAA : LIC (<i>Liability for Incurred Claims</i>)	35
2.2 Modèle PAA : LRC (<i>Liability for Remaining Coverage</i>)	35

3	Contrats participatifs directs : <i>Variable Fee Approach</i>	36
4	Segmentation des contrats	38
4.1	Réassurance sous IFRS 17	39
5	La transition	40
5.1	L'approche rétrospective	40
5.2	L'approche en Juste Valeur	41
6	Comptabilisation initiale	41
II	Modélisation de l'ajustement pour risque	43
4	L'ajustement pour risque en vision IFRS 17	45
1	Le risque	45
1.1	Méthode de provisionnement	47
1.2	Méthode de ré-échantillonnage : le <i>bootstrap</i>	49
2	Le niveau du risque	52
2.1	Définition d'une mesure de risque	52
2.2	Mesure de risque cohérente	52
2.3	La <i>Value At Risk</i> (VaR)	53
2.4	La <i>Tail Value At Risk</i> (TVaR)	53
2.5	<i>Proportional Hazard Transform</i>	53
2.6	<i>Cost of capital</i>	54
3	Croissance du risque	56
4	Information disponible	56
5	Présentation du portefeuille étudié	57
1	Portefeuille à l'étude	57
1.1	Indicateurs financiers	57
1.2	Sinistralité	58
2	Revalorisation <i>as if</i> des sinistres	59
2.1	Indice du Coût de la Construction des immeubles à usage d'habitation (ICC)	59
2.2	Estimation de l'ICC	59
3	Courbe d'actualisation	62
III	L'ajustement pour risque sur un portefeuille MRH	65
6	Établissement du cas central	67
1	Données nécessaires	67
2	Sorties de l'outil développé	67
3	Projection non-discomptée des réserves	67
3.1	Vérification des hypothèses Chain Ladder : sinistres attritionnels	68
3.2	Vérification des hypothèses Chain Ladder : sinistres graves	70
4	Ajustement pour risque : méthode du coût du capital (CoC)	72
4.1	Méthode CoC : RA LIC	72
5	Balances comptables	73
5.1	<i>Liability for Incurred Claims</i> (LIC)	73
5.2	LRC	75
5.3	Actif	76
6	Compte de résultat	76
6.1	Résultat d'assurance	76

6.2	Résultat technique	77
6.3	Résultat financier	77
6.4	Résultat	78
7	Indicateurs retenus	78
8	Bilan	79
9	Impact du coût du capital sur le résultat d'assurance	79
7	Méthodes par mesures de risque	80
1	Estimation de la distribution	80
1.1	Vérification des hypothèses de Mack	81
1.2	Distribution des sinistres attritionnels	81
1.3	Distribution des sinistres graves	82
1.4	Étude du risque	83
2	<i>Value At Risk</i>	85
2.1	Appétit au risque	85
2.2	RA LIC	85
3	<i>Tail Value At Risk</i>	86
4	<i>Proportional Hazard Transform</i>	87
8	Études d'impacts	88
1	Courbe de taux	88
2	Sinistralité	89
3	Profitabilité	89
	Conclusion	91
	Bibliographie	93
	Annexes	97

Table des figures

1.1	Solvabilité 2 - Bilan simplifié	20
1.2	Solvabilité 2 - SCR	20
2.1	IFRS 9 - Piliers	24
2.2	IFRS 9 - Test SPPI et analyse du modèle de gestion	25
3.1	IFRS 17 - Calendrier	28
3.2	IFRS 17 - Provisions dans le cadre d'une évaluation initiale et d'une prime unique	29
3.3	IFRS 17 - Passif d'assurance	29
3.4	IFRS 17 - Méthode d'estimation de la courbe de taux	30
3.5	IFRS 17 - Cohérence avec le risque	31
3.6	IFRS 17 - CSM d'ouverture	32
3.7	IFRS 17 - Évolution de la CSM (modèle général)	33
3.8	IFRS 17 - Exemple de calcul de la CSM	33
3.9	IFRS 17 - Reconnaissance d'un groupe de contrat onéreux	34
3.10	IFRS 17 - Processus de décision (modèle PAA)	35
3.11	IFRS 17 - Compte de résultat (exemple simplifié, modèle PAA)	35
3.12	IFRS 17 - Exemple PAA - Résultat d'assurance	36
3.13	IFRS 17 - Comptabilisation à date de clôture (VFA)	37
3.14	IFRS 17 - Évolution de la CSM (modèle VFA)	37
3.15	IFRS 17 - Modèle général vs VFA	37
3.16	IFRS 17 - Arbre de décision (modèles comptables)	38
3.17	IFRS 17 - Segmentation réglementaire des contrats	39
3.18	IFRS 17 - Réassurance (cas d'une CSM négative)	40
4.1	Provisionnement - PPNA	46
4.2	Provisionnement - PSAP = RBNS + IBNR	47
4.3	Triangle de développement en assurance non-vie	48
4.4	<i>Bootstrap</i> Chain Ladder - Méthodologie	51
4.5	<i>Bootstrap</i> Chain Ladder - Récapitulatif de la méthode	52
4.6	SCR en non-vie	55
4.7	Croissance du risque - Mesures de risque	56
5.1	ICC base 2017	59
5.2	Prédiction vs réalisé	60
5.3	p-valeur du test de Ljung-box	61
5.4	QQ-plot gaussien	61
5.5	Courbe de taux IFRS 17	62
6.1	Chain Ladder - Existence des facteurs de développement - Sinistres attritionnels	69

6.2	Chain Ladder - Indépendance des facteurs de développement - Sinistres attritionnels	69
6.3	Chain Ladder - Existence des facteurs de développement - Sinistres graves	70
6.4	Chain Ladder - Indépendance des facteurs de développement - Sinistres graves	71
6.5	Provisionnement - Impact de l'actualisation	72
6.6	Méthode CoC - Ajustement pour risque en fonction du coût du capital	73
6.7	Liquidation du RA	73
6.8	Résultat d'assurance en fonction du coût du capital	79
6.9	Résultat d'assurance en fonction du coût du capital	80
7.1	Hypothèse aléatoire du modèle de Mack - Sinistres attritionnels	81
7.2	Hypothèse aléatoire du modèle de Mack - Sinistres graves	81
7.3	Convergence du <i>bootstrap</i> - Sinistres attritionnels	82
7.4	Densité de probabilité - Sinistres attritionnels	82
7.5	Convergence du <i>bootstrap</i> - Sinistres graves	83
7.6	Densité de probabilité - Sinistres graves	83
7.7	Densité de probabilité en fonction de l'année de développement	84
7.8	Évolution du ratio Volatilité/Moyenne	84
7.9	Impact du seuil de confiance sur le résultat d'assurance	86
7.10	Résultat de première année en fonction de la VaR ou TVaR	87
7.11	Fonction de survie pour $r = 0,4$ et $r = 0,7$ - méthode PHT	87
8.1	Courbes des taux - Application des chocs	88
8.2	Sinistralité - Récapitulatif	89
8.3	Sinistralité - Pas-à-pas	89
8.4	Profitabilité en fonction du RA	90

Liste des tableaux

1.1	Solvabilité 2 - Différents approches	21
2.1	IFRS 9 - Approche générale de dépréciation	26
2.2	IAS 39 vs IFRS 9	26
3.1	IFRS 17 - Exceptions pour la comptabilisation IFRS 17	27
3.2	IFRS 17 - Exemple ajustement pour risque	31
3.3	IFRS 17 - Exemple de calcul de la composante de perte	34
5.1	Sinistralité - Triangle des règlements	58
5.2	RMSE	60
5.3	Revalorisation <i>as if</i> des sinistres	62
6.1	Chain Ladder - Triangle de développement - Sinistres attritionnels (en k€)	68
6.2	Chain Ladder - Triangle de développement - Sinistres graves	70
6.3	Chain Ladder - Coefficients de passage	71
6.4	Provisionnement - Futurs <i>cash flows</i>	71
6.5	Provisionnement - Provisions de clôture 2017	72
6.6	Méthode CoC - Projection du SCR (en k€)	72
6.7	Méthode CoC - Balance du LIC - Année courante	74
6.8	Méthode CoC - Balance du LIC - Années antérieures	74
6.9	Méthode CoC - Balance du LIC totale	75
6.10	Méthode CoC - Balance du LRC	75
6.11	Méthode CoC - Analyse de mouvements de l'actif	76
6.12	Méthode CoC - Résultat d'assurance	77
6.13	Méthode CoC - Résultat technique - Cas central	77
6.14	Méthode CoC - Résultat financier - Cas central	78
6.15	Résultat - Cas central	78
6.16	Actif - Cas central	79
6.17	Passif - Cas central	79
7.1	Équivalence : période de retour et seuil de confiance	85
7.2	Ajustement pour risque : méthode VaR	85
7.3	Sensibilité de RA au seuil de confiance	85
7.4	Impact du seuil de confiance sur le résultat d'assurance	86
7.5	Sensibilité de RA au seuil de confiance d'assurance	86
7.6	Méthode PHT - Quantiles	87
8.1	Courbes des taux - Impacts sur le CE, RA et résultat d'assurance	88
8.2	Méthode CoC - Balance comptable - LIC	98
8.3	Méthode CoC - Balance comptable - Actif	99

8.4 Méthode CoC - Projection du compte de résultat 100

8.5 Méthode CoC - Projection du bilan 101

Introduction

La norme IFRS 17 portant sur les contrats d'assurance a été publiée en mai 2017 et viendra remplacer la norme IFRS 4 dès le 1er janvier 2022. Cette norme internationale sera un enjeu stratégique pour les compagnies d'assurances internationales. Cela permettra aux investisseurs une meilleure comparabilité des bilans d'assurance et de la réelle performance de l'entreprise. Cette nouvelle norme sera appliquée officiellement le 1er janvier 2022, mais de nombreux chantiers attendent les assureurs d'ici là.

L'IASB propose 3 modèles comptables afin de comptabiliser les contrats d'assurance, de réassurance et contrats d'investissement avec participation aux bénéfices discrétionnaire : le modèle général, la *Premium Allocation Approach* (PAA) et la *Variable Fee Approach* (VFA). Le modèle général est applicable à tous types de contrat d'assurance, excepté quelques types de contrat, ce qui motivera à proposer d'autres modèles. Le modèle *Premium Allocation Approach* est un modèle simplifié du modèle général, dédié aux contrats d'assurance d'une durée inférieure ou égale à 1 an (les contrats auto ou MRH par exemple). Enfin, le modèle *Variable Fee Approach* est un modèle dédié aux contrats participatifs directs.

Ce mémoire a pour objectif d'étudier les différentes méthodologies de calcul de l'ajustement pour risque pour un portefeuille de contrat MultiRisques Habitation. Pour cela, il sera dans un premier temps question de comprendre le contexte réglementaire, avec la présentation de la norme Solvabilité 2 et IFRS 17. Dans un second temps, il sera présenté les différentes méthodes actuarielles mises en œuvre pour l'alimentation du compte de résultat et du bilan. Enfin, un outil de reporting a été implémenté dans le but d'étudier l'impact de l'ajustement pour risque sur les indicateurs comptables. Il sera alors question dans cette partie d'établir le compte de résultat avec une première méthode dite "coût du capital", se rapprochant du calcul de la marge pour risque sous Solvabilité 2. Suite à cela, trois autres méthodes seront appliquées : *Value at Risk*, *Tail Value at Risk* et *Proportional Hazard Transform*. Afin d'apprécier la sensibilité de l'ajustement pour risque en scénario de stress, des études d'impacts ont été faites pour conclure l'étude.

Première partie

Environnement réglementaire

La nouvelle norme *International Financial Reporting Standard 17* (IFRS 17) est un changement de paradigme dans l'environnement normatif des entreprises d'assurance. Les différents assureurs du marché vont alors vouloir capitaliser sur l'existant en identifiant les points communs avec les modèles réglementaires comme Solvabilité 2. Dans le cadre de l'étude menée dans ce mémoire, il est important de comprendre les rouages des différentes normes qui gravitent autour d'IFRS 17.

Le calcul de l'ajustement pour risque intervient lors de l'établissement des bilans et du compte de résultat IFRS 17. Un cas central sera construit dans la suite pour pouvoir identifier l'impact de la méthodologie de calcul de cet indicateur. Pour le construire, il est nécessaire de se baser sur des méthodes connues (et utilisées par le marché) pour ensuite faire évoluer les méthodes.

L'objectif de cette partie est de présenter les normes réglementaires qui auront un impact dans l'approche IFRS 17 des assureurs, et dans l'approche utilisée dans ce mémoire. Il sera aussi présenté une comparaison des normes Solvabilité 2 et IFRS 17 pour identifier les points de divergence/convergence.

1 Solvabilité 2 : pilotage du risque

La norme Solvabilité 1 précédait la norme Solvabilité 2 et portait principalement sur l'aspect quantitatif. Elle présentait une vision comptable d'un bilan d'assurance : les actifs étaient évalués en valeur historique, et les provisions avec une vision comptable. Cette vision ne prenait pas en compte le profil de risque de l'assureur, ce qui ne reflétait pas la réalité économique.

La norme Solvabilité 2 a donc été introduite en 2009¹ dans le but d'adapter les fonds propres des compagnies d'assurances en fonction des différents risques encourus. Cette norme prudentielle a pour objectif d'introduire un capital réglementaire défini comme la probabilité de ruine qui doit être en-dessous de 0,5%. La philosophie de cette norme est donc la prudence, avec un bilan dit "prudentiel", à destination du public et des autorités de contrôle. Le but est de convaincre ce dernier en la capacité de l'assureur pour faire face à ses engagements. Ceci est un des points de divergence avec IFRS 17, qui sera précisé dans la partie dédiée à cette dernière.

Cette norme repose alors sur 3 piliers :

Pilier 1 : Exigences quantitatives

Pilier 2 : Exigence de gouvernance et ORSA

Pilier 3 : Informations à destination du public et du superviseur

Les sections suivantes sont consacrées aux différents piliers présentés par Solvabilité 2, ainsi qu'à la mise en exergue des points communs avec IFRS 17.

1 Pilier 1 : Exigences quantitatives

Ce pilier vise à évaluer en valeur de marché les actifs et les passifs d'assurance, ainsi que les exigences quantitatives qui permettront d'établir le bilan prudentiel. Plusieurs indicateurs sont ici calculés comme le *Solvency Capital Requirement* (SCR) et le *Minimum Capital Requirement* (MCR), mais aussi le *Best Estimate* (BE) ou la *Risk Margin* (RM), comme le montre la figure 1.1.

1. Avec une entrée en vigueur au 1er janvier 2016

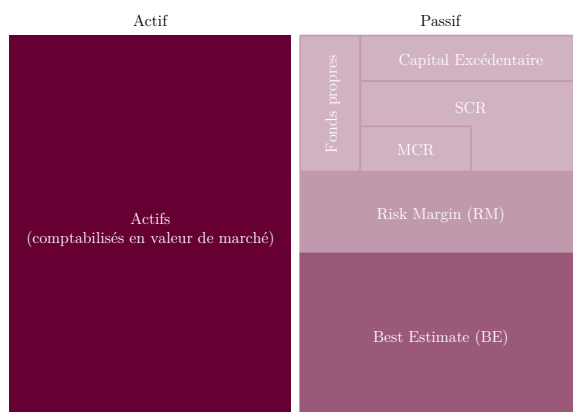


FIGURE 1.1 – Solvabilité 2 - Bilan simplifié

La stratégie pour un assureur sous Solvabilité 2 est alors de montrer aux autorités de contrôle qu'elle a assez de fonds propres et il faut piloter ses risques en conséquence : l'objectif sous IFRS 17 sera tout autre.

1.1 Le SCR

Le calcul du SCR consiste à mesurer les risques du portefeuille, afin d'assurer des fonds propres suffisamment conséquents pour éviter la ruine dans 99,5% des cas. Le règlement délégué, à travers la Formule Standard, propose une méthode afin d'obtenir une estimation du SCR. Le cadre de cette directive est le suivant, généralement représenté par une pieuvre :

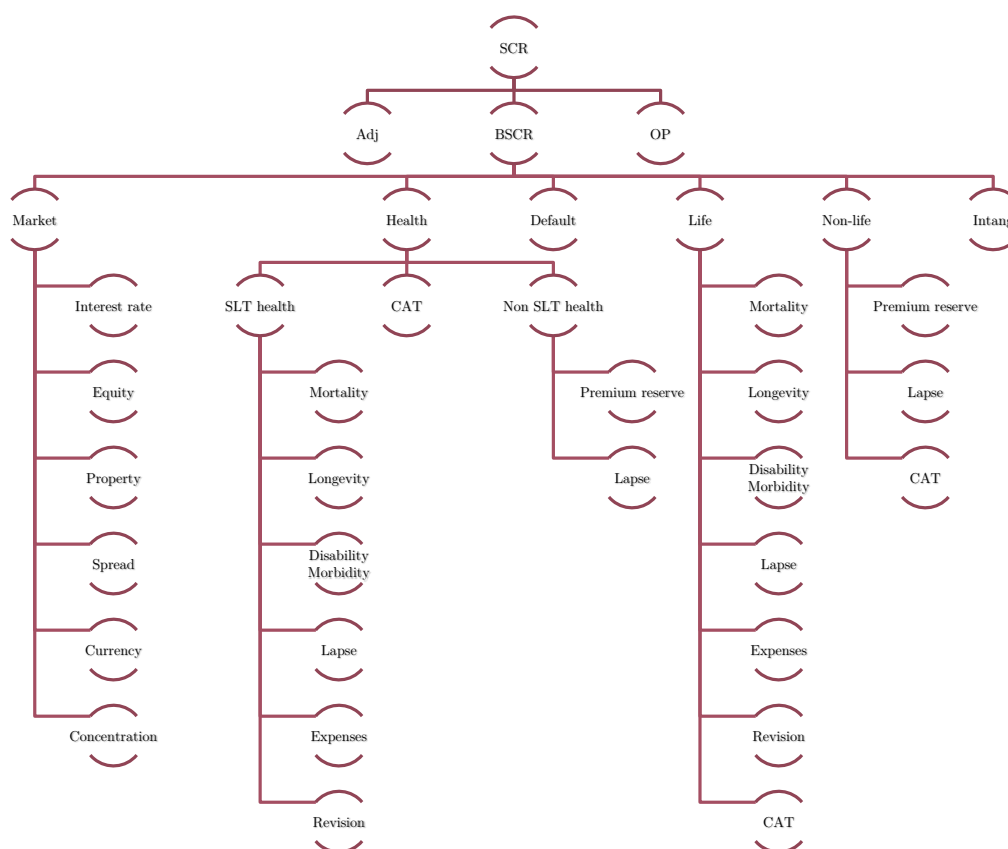


FIGURE 1.2 – Solvabilité 2 - SCR

L'ajustement vise à prendre en compte la *capacité d'absorption de pertes des provisions techniques*[22].

Un SCR est donc calculé par module de risque, et les SCR intermédiaires sont alors agrégés par une matrice de corrélation² afin de calculer le BSCR. Le SCR opérationnel prend en compte les risques opérationnels/humains, le SCR ajusté tient compte des effets de participations discrétionnaires et l'effet des impôts différés. Ces ajustements atténuent les chocs appliqués lors du calcul des SCR intermédiaires. Avant l'effet taxe, le SCR global est la somme du BSCR, du SCR opérationnel et du SCR Ajusté.

Avec la formule standard, le SCR correspondant au module de risque i est alors calculé comme la différence suivante :

$$SCR_i = (A - L)^{Avant\ choc} - (A - L)^{Après\ choc}$$

où un choc³ est appliqué sur le risque i . Les différents SCR sont donc agrégés par la formule

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} SCR_i \times SCR_j}$$

où ρ est la matrice de corrélation entre les différents risques (donnée par l'EIOPA). Cette formule est le premier niveau d'agrégation, car chaque SCR intermédiaire est lui-même le résultat de l'agrégation des SCR qui le précède.

Si la compagnie estime que la formule standard n'est pas adaptée à son profil de risque, elle peut développer un modèle interne partiel, complet, ou opter pour des paramètres de calibration pour des risques qui lui sont propres. Ces modèles, spécifiques à la compagnie, ont un intérêt lorsque les risques sont mal pris en compte dans la formule standard. Cependant, un avantage transverse est de réduire le montant des SCR, afin de rentabiliser le coût de production d'un modèle interne partiel ou complet :

	Mise en œuvre	Adaptabilité au profil de risque	Bénéfice attendu
Formule standard	++	-	+
Modèle interne partiel	+	+	++
Modèle interne complet	-	++	+++

TABLE 1.1 – Solvabilité 2 - Différents approches

Le MCR est quant à lui le minimum de capital requis pour une entité, seuil en-dessous duquel une entité est considérée comme non viable.

1.2 Le *Best Estimate*

Le *Best Estimate* est l'une des composantes des provisions techniques sous Solvabilité 2, qui consiste à évaluer la meilleure estimation des futurs *cash flows* (cotisations, prestations, frais, fiscalité...). Pour cela, il est nécessaire d'estimer les futurs *cash flows* par des méthodes actuarielles, pondérés par leurs probabilités d'occurrence, que nous actualisons par une courbe d'actualisation.

La courbe d'actualisation utilisée pour l'actualisation des flux futurs est la courbe de taux sans risque⁴. Il n'est alors pas nécessaire de construire une courbe d'actualisation dans le référentiel Solvabilité 2 car elle est donnée : ceci est différent sous IFRS 17.

Le Best Estimate est défini comme l'espérance des flux de trésorerie futurs actualisés avec la courbe des taux sans risque fournie par l'EIOPA, et éventuellement corrigée d'un *volatility adjustment* (VA) afin de prendre en compte la volatilité des marchés.

2. Donnée par l'EIOPA, en fonction des différents modules de risque

3. Le choc est calibré et donné par la norme pour chaque module de risque. A correspond à l'actif et L au passif.

4. Donnée par l'EIOPA

1.3 La *Risk Margin*

La norme prudentielle Solvabilité 2 définit la *Risk Margin* comme étant le coût d'immobilisation du capital et est calculée par la formule standard avec une approche *Cost of Capital*. A l'instar de la courbe de taux sans risque, ce coût du capital est actuellement fixé à 6% par l'EIOPA, et il n'est pas nécessaire de le challenger.

La marge pour risque globale est donnée par l'article 37 du règlement du délégué :

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

Où $CoC = 6\%$.

2 Pilier 2 : Exigence de gouvernance et ORSA

Ce pilier est dédié dans un premier temps aux exigences qualitatives avec les règles de gouvernance et de gestion des risques, et aussi à l'évaluation des risques et de la solvabilité propre à la compagnie (ORSA : *Own Risk and Solvency Assessment*).

Quand le pilier 1 se consacre au pilotage de la probabilité de ruine à 1 an via un ensemble de risques cadré par la norme Solvabilité 2, le pilier 2 se consacre à la solvabilité de l'assureur sur la base d'une vision incluant le plan stratégique de développement et des caractéristiques propres à la compagnie.

En pratique, ce processus se pilote en fonction de l'appétit au risque de l'assureur, c'est-à-dire le niveau de risque maximal qu'une entreprise accepte de prendre afin d'accroître sa valeur. Il y a ensuite l'établissement d'une stratégie de gestion des risques, qui doit être respectée de façon quotidienne. Il est donc nécessaire de pouvoir justifier de sa solvabilité à tout instant.

A la fin de ce processus, un rapport est rédigé afin d'expliquer la méthodologie mise en œuvre, entrant dans le cadre des exigences qualitatives.

3 Pilier 3 : Informations à destination du public et du superviseur

Une fois les exigences quantitatives calculées, les stratégies de gestion des risques mises en place et les exigences qualitatives remplies, la norme Solvabilité 2 impose aux compagnies une communication au public⁵ et aux autorités de contrôle⁶.

Les informations quantitatives⁷ et qualitatives sont à transmettre avec une fréquence annuelle (parfois semestrielle).

Lors de l'établissement du bilan prudentiel défini par Solvabilité 2, une approche économique est donc préférée pour l'évaluation du passif. Ils sont valorisés "*au montant pour lequel ils pourraient être transférés ou réglés dans le cadre d'une transaction conclue dans des conditions d'assurance et de réassurance normales, entre*

5. Le rapport est le SFCR

6. Le rapport est le RSR

7. Par exemple les QRT, remis au format XBRL

des parties informées et consentantes".

2 Les normes IFRS

1 Institutions en charge des normes internationales

En 2000, l'IASB (*International Accounting Standards Board*) fût créé avec l'objectif de réconcilier l'ensemble des normes locales lors de l'élaboration de ses normes comptables appelées IFRS (*International Financial Reporting Standards*). Chaque document est publié afin d'être soumis au public, pour récolter leur avis sur différents sujets, et poser leurs éventuelles questions sur les points d'avancement du projet. Avec cette méthode d'aller-retour, la durée moyenne de publication est de trois ans. L'IASB a proposé maintenant une quinzaine de normes IFRS.

Ces normes s'appliquent alors aux comptes consolidés et non aux comptes sociaux : il s'agit alors de normes de *reporting* et non comptables.

2 IFRS 13 : la notion de Juste Valeur

La notion de Juste Valeur a été introduite par la norme IFRS13, et définit de façon uniforme et unique la notion de juste valeur et est effective pour toutes les entreprises publiant leurs comptes sous le référentiel IFRS depuis le 1^{er} janvier 2013. Dès lors qu'une norme IFRS fait appel à la notion de juste valeur, elle renvoie à IFRS 13 pour les modalités d'évaluation.

L'arrivée de cette norme, définissant une notion jusqu'alors mal définie, a été l'occasion pour l'IASB d'introduire et de confirmer des principes conceptuels de la juste valeur. Avant la publication de la norme IFRS 13, la notion de juste valeur était définie comme suit : "*montant pour lequel un actif pourrait être échangé, ou un passif éteint, entre des parties bien informées et consentantes, pour une transaction conclue dans des conditions de concurrence normales.*"[12]

Cette définition a donc été précisée par IFRS 13 comme le "*prix qui serait reçu pour vendre un actif ou payé pour transférer un passif lors d'une transaction normale entre intervenants de marché à la date d'évaluation*".

De cette définition, deux principes ont été mis en évidence :

- la juste valeur doit être évaluée d'un point de vue intervenant de marché
- la juste valeur est le prix pour vendre un actif ou transférer un passif. On parle de *Exit price* ou prix de sortie.

La norme IFRS 13 donne alors les méthodes et démarches **d'évaluation** à la juste valeur. L'information de "quand" évaluer les actifs, passifs ou instruments de capitaux propres n'est quant à elle pas traitée dans cette norme.

3 De IAS 39 à IFRS 9

3.1 IAS 39

La norme IAS 39 "Instruments financiers : comptabilisation et évaluation" définit quatre catégories d'actifs (et de passifs financiers) :

- les actifs et passifs financiers détenus à des fins de transaction :

1. comptabilisés en juste valeur
 2. les variations de juste valeur sont constatées en résultat de l'exercice
- les placements détenus jusqu'à leur échéance :
1. comptabilisés en coût amorti
 2. la perte ou le profit est constaté dans le résultat de l'exercice
- les prêts et créances émis par l'entreprise :
1. comptabilisés en coût amorti
 2. la perte ou le profit est constaté dans le résultat de l'exercice
- les actifs disponibles à la vente (actifs financiers qui ne sont classés dans aucune des trois autres)
1. comptabilisés en coût amorti (sous réserve que ce ne soit pas des actions)
 2. la variation en juste valeur est constatée en capitaux propres

3.2 IFRS 9

Les difficultés de compréhension, d'application et d'interprétation d'IAS 39 ont poussé l'IASB à réfléchir à une nouvelle norme pour la communication financière des instruments financiers, basée sur des principes moins complexes. La norme IFRS 9 "instruments financiers" a alors remplacé IAS 39 en 2014, avec pour objectif d'établir les principes d'information financière en matière d'actifs et de passifs financiers. Elle a aussi pour but d'être cohérente avec la nouvelle norme IFRS 17, et tout cela est destiné aux utilisateurs des états financiers.

La norme IFRS 9 relative à la comptabilisation des instruments financiers s'articule autour de trois piliers :



FIGURE 2.1 – IFRS 9 - Piliers

Évaluation et comptabilisation

L'évaluation des actifs à travers la norme IFRS 9 peut s'effectuer selon deux principes : coût amorti et juste valeur. La méthode d'évaluation au coût amorti est définie par la norme IFRS 9 comme *"[...] la valeur attribuée à un actif financier ou à un passif financier lors de sa comptabilisation initiale, diminuée des remboursements en principal, majorée ou diminuée de l'amortissement cumulé calculé par la méthode du taux d'intérêt effectif, de toute différence entre cette valeur initiale et la valeur à l'échéance et, dans le cas d'un actif financier, ajustée au titre de la correction de valeur pour pertes, le cas échéant."*[13].

Bien que la méthode de comptabilisation au coût amorti soit définie par IFRS 9, sa définition reste floue. L'entité a recourt à cette méthode lorsqu'elle a l'intention de conserver l'instrument jusqu'à échéance : cette méthode apporte alors de la stabilité au résultat.

La méthode d'évaluation à la juste valeur est décrite par la norme IFRS 13. Cependant, IFRS 9 distingue deux catégories pour l'enregistrement de la variation de la juste valeur :

- juste valeur par le biais du résultat net (ou par P&L (*Profit & Loss*)),
- juste valeur par le biais des autres éléments du résultat global (ou par OCI (*Other Comprehensive Income*))

Une variation en juste valeur par le biais du résultat net sera comptabilisée en résultat.

Un actif financier doit être évalué à la juste valeur par le biais du résultat net, sauf s'il est évalué en coût amorti ou à la juste valeur par le biais du résultat net s'il remplit les conditions décrites infra.

Afin de classer les actifs, un processus de décision est mis en place, se décomposant en deux temps :

- Le test *SPPI* (*Solely Payment of Principal and Interest*)
- Analyse du *Business Model*

Le processus se présente alors par le schéma 2.2.

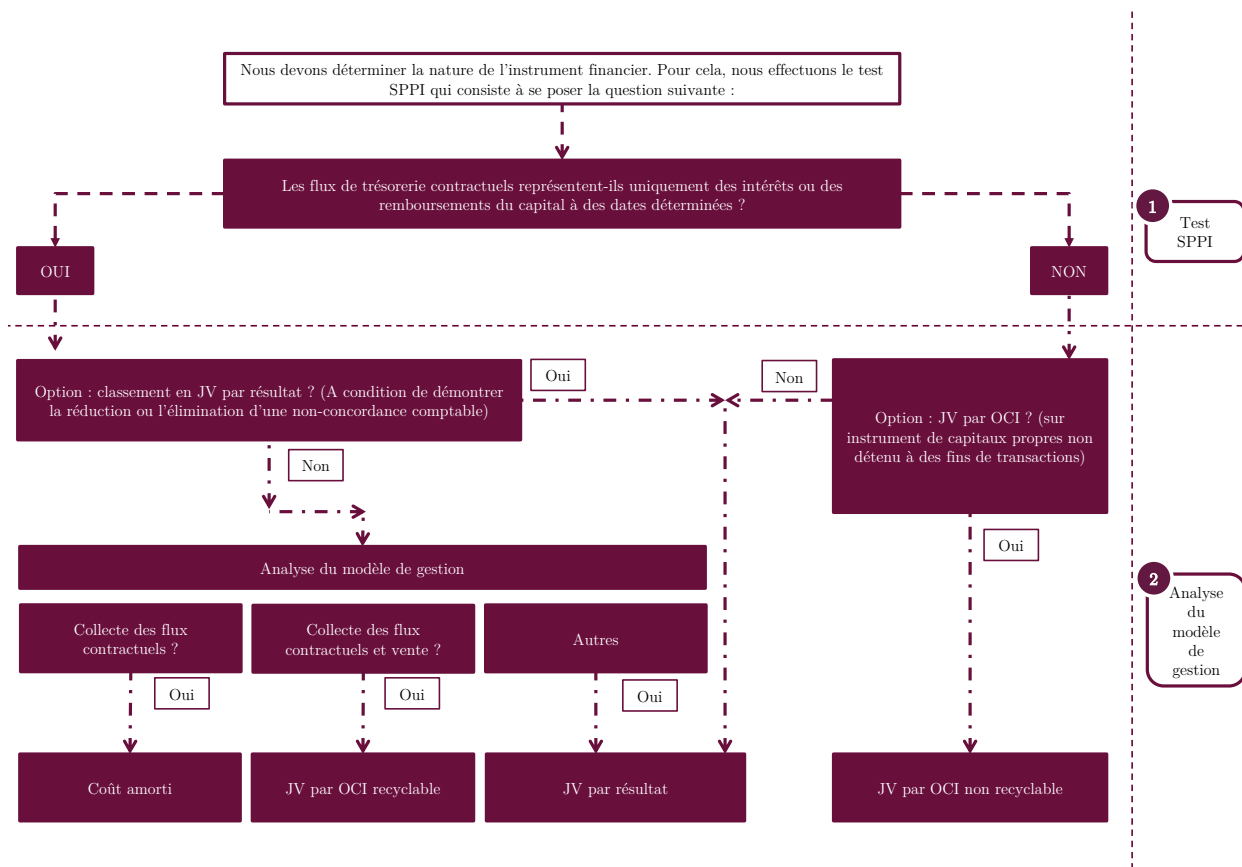


FIGURE 2.2 – IFRS 9 - Test SPPI et analyse du modèle de gestion

Dépréciation

L'ancienne norme IAS 39 imposait d'attendre de constater une perte avant de comptabiliser une dépréciation, et la partie relative à la dépréciation était très complexe. Le nouveau modèle de dépréciation introduit par IFRS 9 rectifie les lacunes reprochées à IAS 39.

Sous la norme IFRS 9, l'entité doit *comptabiliser une correction de valeur pour pertes au titre des pertes de crédit attendues sur un actif financier*[13]. Il est alors nécessaire d'estimer la perte future probable, et plusieurs approches sont possibles pour comptabiliser ces pertes. Parmi elles, l'approche générale est applicable aux :

- Instruments d'emprunt évalués au coût amorti ou à la juste valeur par le biais des autres éléments du résultat global
- Créances résultant des contrats de location comptabilisés conformément à IAS 17 "Contrats de location"
- Actifs contractuels comptabilisés et évalués en suivant IFRS 15 "Produits des activités ordinaires tirés de contrats conclus avec des clients"
- Certains engagements de prêt et certains contrats de garantie financière

Deux approches font exception à l'approche générale :

- Une approche particulière pour les actifs financiers dépréciés dès leur origine ou leur création,
- Une approche simplifiée pour les créances clients, les actifs sur contrats et les créances locatives.

L'approche générale définit trois niveaux de qualité de crédit (sain, sensible et douteux) :

	Niveau 1 : Crédit sain	Niveau 2 : Crédit sensible	Niveau 3 : Crédit douteux
Critère de transfert	Variation non significative du risque de crédit du portefeuille	Augmentation du risque de crédit	
		Au niveau du portefeuille	Au niveau individuel + Indice objectif de défaillance
Mesure de la dépréciation	Pertes attendues dans les 12 prochains mois	Pertes attendues jusqu'à maturité	
Calcul des intérêts	Valeur brute	Valeur brute	Valeur nette



Détérioration de la qualité de crédit

TABLE 2.1 – IFRS 9 - Approche générale de dépréciation

Les différences entre IAS 39 et IFRS 9 sont alors résumées dans le tableau suivant :

Catégories	IAS 39	IFRS 9
Approche	Basée sur des règles (ex : GAAP)	Principes de base
Mesure	Coût amorti Juste valeur	Coût amorti Juste valeur par résultats (FVPL) Juste valeur par fonds propres (FVOCI)
Types de classification	Disponible à la vente (AFS) Tenue à maturité (HTM) Prêts et créances Juste valeur par résultats (FVPL)	Coût amorti Juste valeur par résultats (FVPL) Juste valeur par fonds propres (FVOCI)
Reclassification	Complexité	Dépend du ou des <i>business model(s)</i>
Dépréciation	Plusieurs méthodes	Un seul modèle

TABLE 2.2 – IAS 39 vs IFRS 9

L'évaluation de l'actif se fera alors selon le référentiel IFRS 9. La suite sera consacrée à la description des

nouveaux modèles d'évaluation des passifs d'assurance posés par le *board*.

3 Modélisation des contrats d'assurance

La modélisation du passif en norme IFRS est actuellement normée par IFRS 4. Cependant, des problématiques de comparaison entre les entités à l'échelle internationale se posent. L'IASB a alors réfléchi à uniformiser les pratiques en publiant en 2017 la norme IFRS 17, qui remplacera à terme IFRS 4.

Ce chapitre a pour objectif de présenter la norme IFRS 17, avec notamment les trois modèles comptables.

0.1 IFRS 17

La norme IFRS 17 portant les contrats d'assurance, de contrats réassurance et de contrats à participation aux bénéfices discrétionnaire remplacera la norme IFRS 4 le 1er janvier 2022. Cette norme, publiée le 18 mai 2017, établit les principes de la comptabilisation, le calcul, la présentation et la divulgation des contrats d'assurances émis. Elle uniformise la publication financière, en mettant l'accent sur la comparaison entre les différentes entités internationales. L'objectif est de fournir les informations pertinentes aux investisseurs via le bilan des assureurs et leurs comptes de résultats, afin de refléter au mieux leur situation financière.

Les entités concernées par cette norme sont celles émettant des contrats d'assurance. L'IASB vise alors le "type de contrat" plutôt que le "type d'entité". Quelques exceptions sont cependant à noter :

Type de contrat	Détails
Contrats d'investissement avec participation discrétionnaire	Ce type de contrat n'est pas un contrat d'assurance, mais ils entrent dans le secteur IFRS 17
Exemptions	Certains contrats sont des contrats d'assurance mais n'entrent pas dans le champs IFRS 17. Par exemple, les garanties délivrées par les fabricants, revendeurs ou détaillants
Services à prix forfaitaire	Ces contrats peuvent être considérés comme contrat d'assurance, mais comptabilisés sous IFRS 15 « Produits des activités ordinaires tirés des contrats conclus avec des clients »
Garanties financières	Certaines garanties liées au crédit et à l'assurance-crédit peuvent être considérées comme des contrats d'assurance mais seront comptabilisés comme des instruments financiers standards

TABLE 3.1 – IFRS 17 - Exceptions pour la comptabilisation IFRS 17

La mise en place de cette norme se fera en plusieurs étapes, ce mémoire s'inscrivant dans la partie "études d'impacts" prévu par l'IASB :

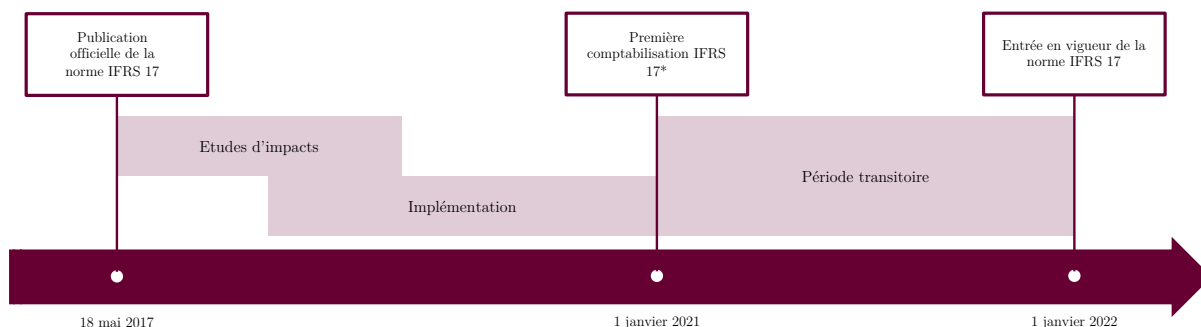


FIGURE 3.1 – IFRS 17 - Calendrier

Les enjeux de cette nouvelle norme sont multiples pour les assureurs, mais aussi pour les investisseurs. Les différents modèles comptables proposés par IFRS 17, ainsi que les différentes composantes des bilans, constituent des enjeux stratégiques pour les assureurs pour la présentation de leurs résultats.

Aussi, il a été vu que l'évaluation de la partie actif du bilan était établie sous IFRS 9, qui a pour philosophie de comptabiliser les actifs en valeur de marché. Évaluer le passif sous la norme IFRS 4 créait alors des *mismatch* comptables du fait d'une comptabilisation différente : une en valeur de marché (à l'actif), et une en valeur historique (au passif). La norme IFRS 17 répond alors à cette problématique avec une approche plus cohérente, en valeur de marché.

Afin de mettre en œuvre IFRS 17, les assureurs devront implémenter les différents modèles imposés par la norme, ce qui présente un enjeu opérationnel majeur en terme d'implémentation. Les trois modèles comptables que la norme IFRS 17 imposera aux entités concernées sont les suivants :

- Le modèle général,
- Le modèle *Premium Allocation Approach*,
- Le modèle *Variable Fee Approach*.

1 Modèle général

Le modèle général présente les principes de valorisation que la compagnie d'assurance pourra appliquer en général, malgré parfois quelques incohérences avec le type de portefeuille étudié (cela motivera d'ailleurs l'IASB à imaginer d'autres modèles). Le but de ce modèle est de fournir les informations cohérentes avec les futurs *cash flows*, et principalement sur la rentabilité des contrats d'assurance.

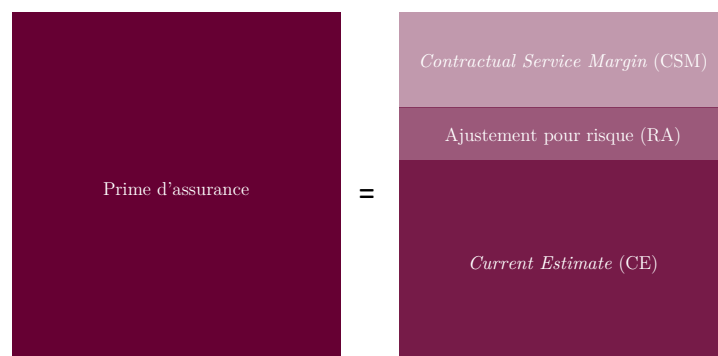
Ce modèle était initialement appelé le modèle *Building Block Approach*, en raison de son approche par bloc. Trois composantes du bilan sont introduites :

- La valeur actuelle probable des engagements (appelée *Current Estimate* ou CE)
- L'ajustement pour risque (appelé aussi *Risk Adjustment* et noté "RA")
- La marge pour service contractuel (appelée *Contractual Service Margin* ou CSM).

Le passif IFRS 17 d'un assureur est donc composé des *fulfilment cash flows* (FCF), et de la CSM. Les FCF se composent :

- des futurs *cash flows* représentent l'accomplissement de l'engagement de l'assureur au cours du temps.
- d'une prise en compte de la valeur temps de l'argent avec l'actualisation des futurs *cash flows*, avec un ajustement des risques financiers relatifs aux futurs *cash flows*.
- d'un ajustement pour risque, afin de prendre en compte l'incertitude sur l'estimation des futurs *cash flows*, et l'aversion au risque de l'assureur.

Les provisions dans le modèle général sont alors :



*La réassurance et les impôts différés ne sont pas pris en compte ici.

FIGURE 3.2 – IFRS 17 - Provisions dans le cadre d'une évaluation initiale et d'une prime unique

Les indicateurs Solvabilité 2 sont proches de ceux de la norme IFRS 17, et c'est une des raisons pour laquelle les compagnies souhaitent capitaliser sur les travaux Solvabilité 2.

1.1 Évaluation du passif

Sous IFRS 17, le passif est composé de la somme des deux parties présentées dans la figure 3.3.

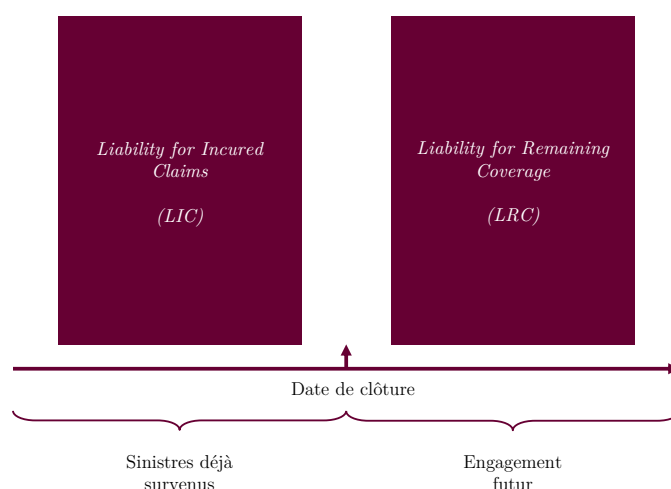


FIGURE 3.3 – IFRS 17 - Passif d'assurance

Le LIC fait référence aux sinistres déjà survenus et non clôturés, dans la littérature, cette partie peut être appelée "*Liability for Incurred Claims*" ou LIC. Le LRC fait référence à l'engagement futur, cette partie est appelée dans la littérature "*Liability for Remaining Coverage*" ou LRC.

1.2 *Current Estimate*

La notion de *Current Estimate* fait référence à la vision actuelle des flux de trésorerie futurs. Cependant, la "vision actuelle" est quelque peu différente à la norme prudentielle Solvabilité 2. L'IASB précise qu'il faut estimer les flux de trésorerie futurs, pondérés par leur probabilité en étant cohérent avec les prix observables sur le marché. Autrement dit, le *Current Estimate* doit refléter la valeur temps de l'argent, la liquidité des contrats et les prix observés sur le marché.

Lorsque la courbe de taux sans risque¹ fournie par l'EIOPA est utilisée pour le calcul du *Best Estimate* sous Solvabilité 2, IFRS 17 impose d'avoir une approche propre à la compagnie et à ses risques en portefeuille pour le calcul du *Current Estimate*.

Estimation de la courbe des taux sous IFRS 17

Deux méthodes sont préconisées par l'IASB afin d'estimer une courbe d'actualisation dans le but de refléter la valeur temps de l'argent, la liquidité des contrats et les prix observés sur le marché :

- La méthode *Bottom Up*
- La méthode *Top Down*

La première méthode part de la courbe de taux sans risque, à laquelle est ajoutée une prime de liquidité (et être cohérent avec la liquidité des contrats). La seconde méthode part du taux de rendement du portefeuille de l'assureur. Les deux méthodes sont présentées dans le graphique 3.4.

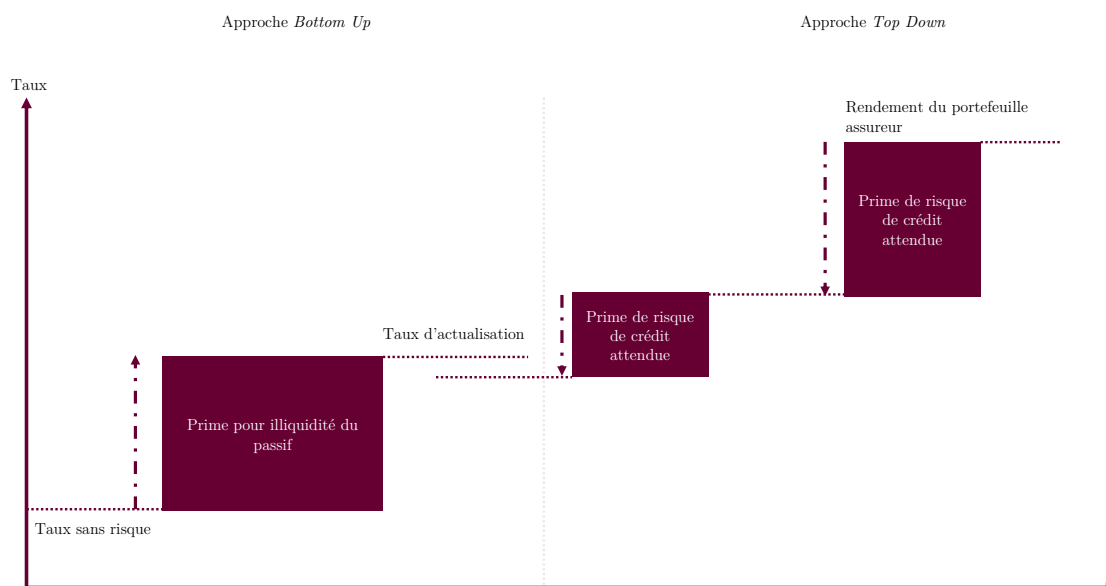


FIGURE 3.4 – IFRS 17 - Méthode d'estimation de la courbe de taux

Une fois la courbe d'actualisation calibrée, l'entité projettera les flux de trésorerie futurs. Dans le modèle général, les FCF seront actualisés avec la courbe des taux courants ou la courbe de taux à l'origine (selon si l'option OCI est choisie ou non).

Les changements d'hypothèses (ou changements dans l'estimation des flux de trésorerie futurs) affectent soit le résultat, soit la CSM² ou les *Other Comprehensive Income* (OCI).

Cette dernière notion (OCI) correspond aux éléments qui ne sont pas enregistrés en résultat, mais directement dans les capitaux propres. C'est une option proposée par le *board* qui permet de lisser le résultat, et de le rendre moins volatile car moins exposé au risque de marché.

L'estimation du *Current Estimate* étant basée sur des probabilités, un risque d'incertitude apparaît. La partie suivante consiste alors à chiffrer ce risque d'incertitude.

1.3 L'ajustement pour risque

L'ajustement pour risque est calculé pour les risques d'assurance et non-financiers. Cette composante du bilan reflète le degré de diversification et d'aversion au risque de l'assureur. La norme IFRS 17 décrit en effet l'ajustement pour risque comme la vision économique du risque que supporte l'entité et son aversion au risque.

1. Ou bien la courbe de taux sans risque avec ajustement de volatilité

2. Excepté lorsque le modèle utilisé est le modèle PAA

Les méthodes d'estimation ne sont pas indiquées par la norme IFRS 17. Le management de l'entité devra alors identifier ses impacts sur le résultat. Pour ce faire, l'IASB spécifie toutefois quelques points sur les caractéristiques du RA.

Cohérence avec le niveau de risque

L'estimation de l'ajustement pour risque doit être cohérente avec le risque auquel l'assureur est exposé :

	Situation 1	Situation 2	RA
Type de risque	Sévérité élevée + fréquence faible	Sévérité faible + fréquence élevée	$RA_1 > RA_2$
Type de distribution de probabilité	Queue épaisse	Queue fine	$RA_1 > RA_2$
En toute généralité	Niveau de risque +++	Niveau de risque +	$RA_1 > RA_2$

FIGURE 3.5 – IFRS 17 - Cohérence avec le risque

Cohérence avec la croissance du risque

Pour des risques similaires, il faudra s'assurer que le RA augmente selon la durée de projection (dans le but de capter l'incertitude liée à la longue durée). L'ajustement pour risque doit être alors fonction croissante de l'exposition, ou de la duration.

Cohérence avec l'information disponible

L'incertitude liée au manque d'information doit aussi impacter à la hausse le RA. A l'inverse, si l'incertitude diminue, le risque diminue et le RA aussi.

Ces spécifications de l'IASB mènent alors sur la piste d'une évaluation par mesure de risque, appliquée à la distribution du CE. Aussi, afin de capitaliser sur les travaux Solvabilité 2, une méthode similaire au coût du capital (*Cost of Capital : CoC*) pourrait être envisagée, tout en respectant ces spécifications.

Exemple

Le principe de l'ajustement pour risque est présenté dans le tableau 3.2

	Situation 1	Situation 2	RA
Type de risque	Sévérité élevée + fréquence faible	Sévérité faible + fréquence élevée	$RA_1 > RA_2$
Type de distribution de probabilité	Queue épaisse	Queue fine	$RA_1 > RA_2$
En toute généralité	Niveau de risque +++	Niveau de risque +	$RA_1 > RA_2$

TABLE 3.2 – IFRS 17 - Exemple ajustement pour risque

Comme dans une loterie, l'assureur doit déterminer quel est le montant pour lequel ces deux situations sont identiques selon lui. Le groupe de contrat 1 présente une incertitude élevée par rapport au groupe de contrat 2. Ce dernier présente une incertitude plus faible.

1.4 Marge pour Service Contractuel

La marge pour service contractuel, appelée *Contractual Service Margin* (CSM), correspond à la valeur actuelle des profits futurs d'un assureur. L'idée est alors de ne pas comptabiliser immédiatement les profits futurs, et de les étaler sur la durée de projection.

A la comptabilisation initiale, voici comment est calculée la CSM pour le modèle général :

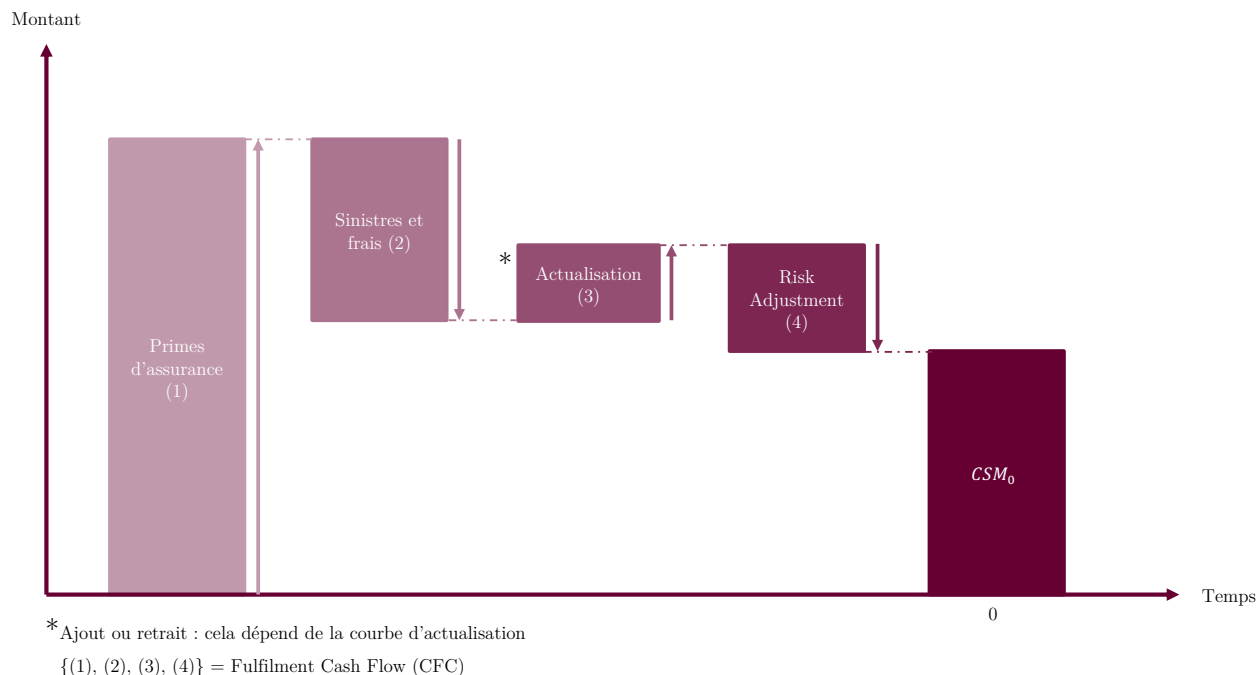


FIGURE 3.6 – IFRS 17 - CSM d'ouverture

Lors de la souscription, la profitabilité du contrat est estimée. Pour cela, deux cas de figure sont possibles :

1. Un profit futur est attendu
2. Un perte future est attendue

Dans le premier cas, la CSM est directement dotée de ce profit futur. Dans le deuxième cas, la CSM est mise à zéro et la perte future est directement intégrée dans le résultat par le biais de la composante de perte.

La CSM évolue au cours du temps et plusieurs effets impactent son montant.

Tout d'abord, l'assureur réalise une partie des prestations contractuelles, et il faut amortir la CSM pour prendre en compte les services rendus. La méthode retenue par le *board* pour l'amortissement est le principe des *Coverage Units*³. C'est-à-dire que la CSM est amortie *au prorata* des services rendus, et les amortissements sont comptabilisés au fur et à mesure dans le compte de résultat.

Les nouveaux contrats entrant dans le portefeuille impactent les profits futurs, et par conséquent la CSM. Cette dernière est calculée par groupe, et donc lors de la souscription de nouveaux contrats le profit futur augmente (ou diminue, selon la profitabilité des contrats).

Les profits futurs se basent sur la projection des différents flux, et pour les calculer différentes hypothèses (techniques ou financiers) sont retenues. Dès lors qu'il y a un changement des hypothèses sous-jacentes aux calculs des flux futurs, ces derniers fluctuent et les profits futurs sont impactés. De ce fait, la CSM fluctue aussi et deux cas de figure sont envisageables :

3. Cette notion est définie selon la norme par la définition suivante : "Le nombre de Coverage Units (CU) dans un groupe est la quantité de couverture fournie par les contrats du groupe, déterminée en considérant pour chaque contrat la quantité de profit apportée et la durée de couverture attendue"

1. Le contrat reste profitable et la CSM reste positive,
2. Le contrat devient onéreux, et le profit est estimé négatif (une perte est alors attendue). Dans ce cas, la CSM est mise à zéro, et la perte est comptabilisée en résultat.

La CSM absorbe aussi la valeur temps de l'argent : la CSM de l'année $N + 1$ est créditée des intérêts produits par la CSM de l'année N .

Les fluctuations de la CSM au cours d'une année peuvent être résumées par le graphique suivant :

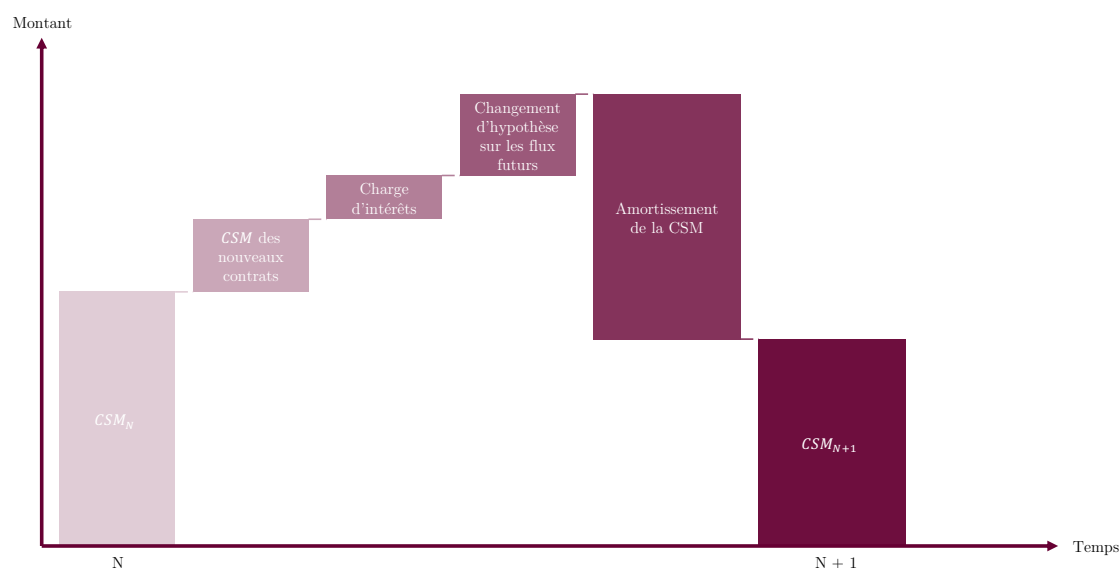


FIGURE 3.7 – IFRS 17 - Évolution de la CSM (modèle général)

La CSM absorbe alors les différentes variations techniques ce qui permet de réduire la volatilité du résultat.

Exemple CSM

Le tableau 3.8 présente les hypothèses et le calcul de l'exemple.

Hypothèses				Calculs			
Année de projection	1	2	3	Année de projection	1	2	3
Prestation	200	150	100	<i>Current Estimate</i>	434	243	98
Marges futures	40	40	40	<i>Risk Adjustment</i>	0	0	0
Courbe de taux	2 %	2 %	2 %	CSM d'ouverture	115	78	39

FIGURE 3.8 – IFRS 17 - Exemple de calcul de la CSM

Le *Current Estimate* est la valeur actualisée des flux futurs, au taux fixe de 2 %. La CSM est calculée comme la marge future espérée, actualisée. Le *Risk Adjustment* est négligé dans cet exemple. La prime initiale de 550 est alors égale à la somme du CE et de la CSM à l'ouverture.

Contrats onéreux

Les flux de trésorerie d'exécution d'un groupe de contrat onéreux sont équivalents à des flux sortants et à une CSM égale à 0. Dans ce cas, une perte est attendue :

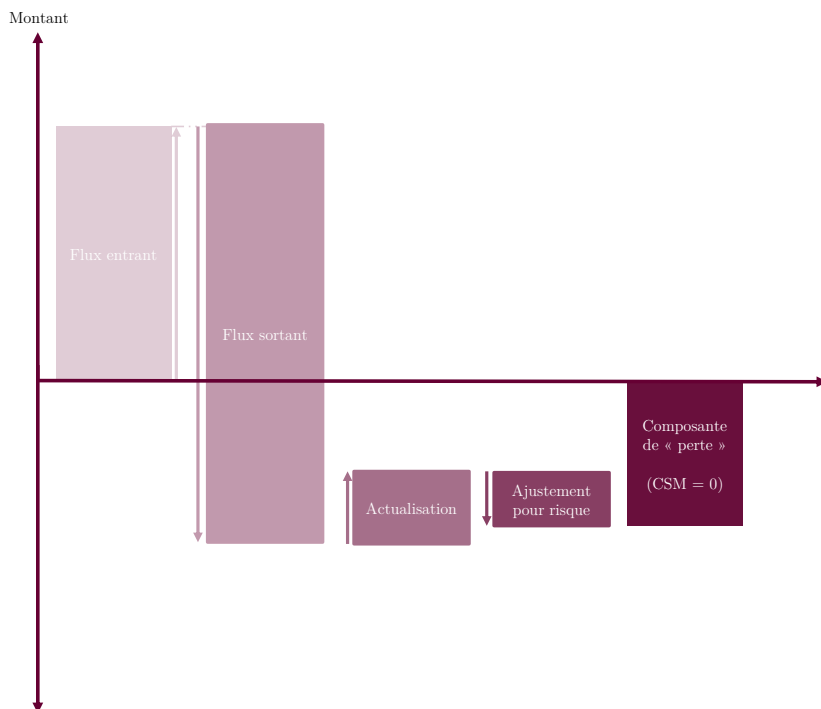


FIGURE 3.9 – IFRS 17 - Reconnaissance d'un groupe de contrat onéreux

Lors de la comptabilisation initiale, si la somme des flux futurs est négative pour un groupe de contrat, la CSM est nulle et la partie négative devient la composante de perte.

Un groupe de contrats mesuré lors de la comptabilisation initiale avec une CSM positive est susceptible de devenir onéreux (changement des prestations, des hypothèses actuarielles, etc). Si tel est le cas, la composante de perte comprendra les pertes futures anticipées et sera reconnue en résultat.

Au cours du temps, les assureurs doivent évaluer la probabilité qu'un groupe de contrats non-onéreux devienne onéreux.

Exemple : composante de perte

Le tableau 3.3 présente le mécanisme du calcul de la composante de perte.

	Montant	Cumulé
Prime	100	100
Sinistre	-70	30
Frais	-35	-5
Actualisation	5	0
Ajustement pour risque	-10	-10
Composante de perte	-10	-10

TABLE 3.3 – IFRS 17 - Exemple de calcul de la composante de perte

L'ajustement pour risque peut alors avoir un impact important sur le résultat lorsque le groupe de contrats est onéreux.

2 Premium Allocation Approach : un modèle simplifié

La *Premium Allocation Approach* est une simplification du modèle général, et concerne les contrats dont la durée de couverture est inférieure à un an. L'entité peut aussi appliquer le modèle PAA s'il donne une approximation raisonnable du modèle général :

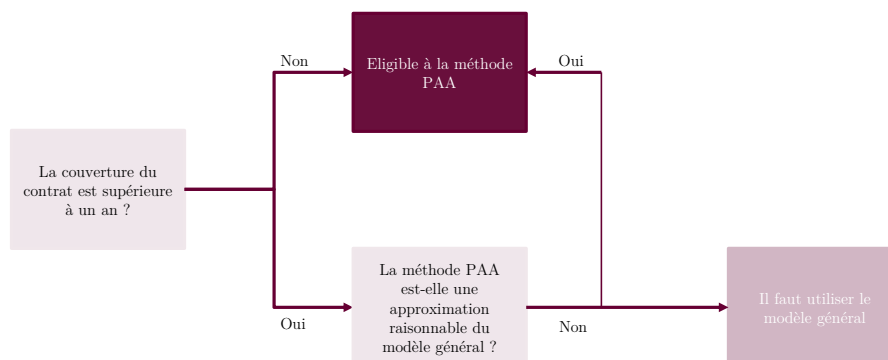


FIGURE 3.10 – IFRS 17 - Processus de décision (modèle PAA)

La notion d'approximation raisonnable du modèle général n'est pas clairement définie par le *board*. Pour vérifier si le modèle PAA estime de façon "raisonnable" le modèle général, l'entité pourrait établir le bilan et le compte de résultat d'un côté en PAA, de l'autre sous le modèle général. Si la différence entre les deux est négligeable, et que les deux modèles se comportent de la même façon en situation de stress (courbe des taux, sinistralité par exemple) alors le modèle simplifié sera adapté. La méthode PAA donne une approximation raisonnable du modèle général quand les flux futurs ne sont pas significativement volatiles.

2.1 Modèle PAA : LIC (*Liability for Incurred Claims*)

Le LIC se compose du *Current Estimate* et de l'ajustement pour risque. Le calcul ne diffère pas du modèle général : le CE est estimé comme la valeur actuelle des flux futurs et le RA comme un ajustement aux risques non-financiers.

2.2 Modèle PAA : LRC (*Liability for Remaining Coverage*)

Le LRC dans le modèle PAA est composé des Primes Non Acquises et des frais d'acquisition, et de la composante de perte lorsque le groupe de contrat est onéreux, comme le montre le graphique 3.12.

Groupe de contrat profitable				Groupe de contrat onéreux			
	LRC 1	LRC 2	LRC 3		LRC 1	LRC 2	LRC 3
Prime reçue	+			Prime reçue	+		
Amortissement de la prime	–	–	–	Amortissement de la prime	–	–	–
Frais d'acquisition payés	–			Frais d'acquisition payés	–		
Frais d'acquisition amortis	+	+	+	Frais d'acquisition amortis	+	+	+
				Composante de perte	+	+	+
				FCF 1		FCF 2	FCF 3

FIGURE 3.11 – IFRS 17 - Compte de résultat (exemple simplifié, modèle PAA)

Dans le cas onéreux, le LRC se compose de la composante de perte, et est égal finalement aux FCF. Un ajustement pour risque devra être calculé pour le LRC.

Exemple

L'exemple suivant prend en compte un contrat d'assurance non-vie, d'une durée de 12 mois (entrant donc dans le cadre du modèle PAA).

Les hypothèses de l'exemple sont les suivantes :

- La prime unique s'élève à 1300 et est émise le 1er janvier
- Les coûts d'acquisition s'élèvent à 43, payés le 1er janvier et amortis sur la durée du contrat
- Les prestations prévues sont de 100 par an, sur 5 ans
- L'ajustement pour risque pour la durée de couverture est estimé à 10% de l'estimation des sinistres
- Par simplification, la courbe de taux est nulle, la juste valeur des actifs est constante.

Lors de la comptabilisation initiale, les provisions s'élèvent donc à 500, et 100 surviennent dans l'année. A la clôture, le LIC est alors égal à l'estimation des futurs *cash flows* (400) et du RA LIC (40), soit $LIC = 440$.

Les primes sont encaissées le 1er janvier, les Primes Non Acquises sont nulles. Aussi, les frais d'acquisition sont tous amortis dans l'année. Le groupe de contrat étant profitable, il n'a pas de RA LRC calculé. Le LRC d'ouverture est alors de 1300, et le LRC de clôture est égal à 0 :

$$LRC = 1300 - 1300 = 0$$

L'Actif à l'ouverture est de 0, et de 1 157 à la clôture :

$$Actif_{Cl\acute{o}ture} = Primes\ emises - Frais - Sinistres\ payes = 1300 - 43 - 100$$

	1
Revenu d'assurance	1 300
Variation du CE	(540)
<i>Sinistres en cours</i>	(500)
<i>Variation du RA</i>	(40)
Frais d'acquisition	(43)
Service d'assurance	(583)
Résultat d'assurance	717

FIGURE 3.12 – IFRS 17 - Exemple PAA - Résultat d'assurance

3 Contrats participatifs directs : *Variable Fee Approach*

Le modèle VFA modifie le traitement de la CSM par rapport au modèle général, afin de prendre en compte les contrats à participations directes. Les contrats évalués sous ce modèle sont des contrats d'assurance vie. N'étant pas le thème de ce mémoire, mais pour avoir une présentation complète de la norme IFRS 17, une courte partie sera consacrée à ce modèle comptable ici.

Les contrats participatifs sont des contrats qui reversent une partie des bénéfices aux assurés, et dépendent donc directement des marchés financiers (différence entre la valeur de marché et la valeur comptable de l'actif sous-jacent au contrat). En France, la participation aux bénéfices est de 85 % des bénéfices financiers du contrat. L'obligation de l'assureur envers l'assuré est donc la plus-value effectuée par le sous-jacent (actif en juste valeur - valeur comptable) auquel sont retirés les frais variables aux contrats (changement d'hypothèses).

Dans ce modèle, les effets des changements d'hypothèses provenant de la valeur temps de l'argent ou des risques financiers impactent directement la CSM. Ainsi, le résultat reflète mieux le transfert des prestations de gestion concernant les placements (et donc prend en compte les interactions actif-passif, très présentes en

assurance-vie). L'obligation de l'assureur à la date de clôture est alors :

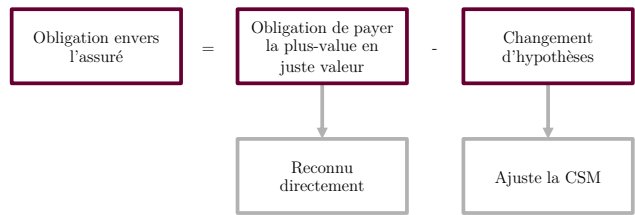


FIGURE 3.13 – IFRS 17 - Comptabilisation à date de clôture (VFA)

L'évolution de la CSM sur une année comptable est présentée sur la figure suivante :

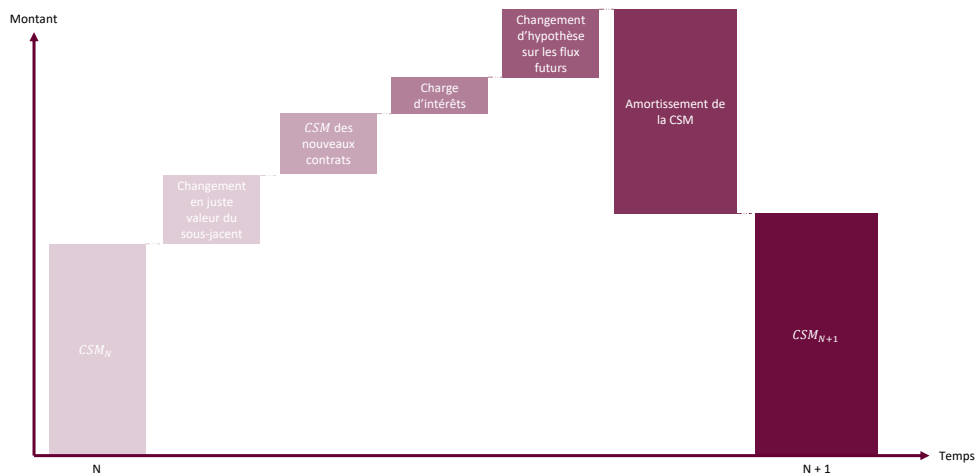


FIGURE 3.14 – IFRS 17 - Évolution de la CSM (modèle VFA)

Les modifications effectuées par rapport au modèle général sont dues au fait que les services sont liés aux investissements sur les marchés. Les différences entre le modèle général et la VFA sont résumées dans le tableau suivant :

	Modèle Général	Variable Fee Approach
Changement d'hypothèses (valeur temps de l'argent ou risques financiers)	Reconnu directement en résultat	La variabilité des frais pour service futur est reconnue dans la CSM
Courbe de taux d'intérêt utilisée pour la CSM	Courbe de taux observée à la comptabilisation initiale	Il n'est pas nécessaire d'utiliser une courbe de taux car la CSM est déjà ajustée par les risques financiers

FIGURE 3.15 – IFRS 17 - Modèle général vs VFA

Résumé des modèles comptables sous IFRS 17 Finalement, il est possible de résumer les différents modèles comptables par l'arbre de décision suivant :

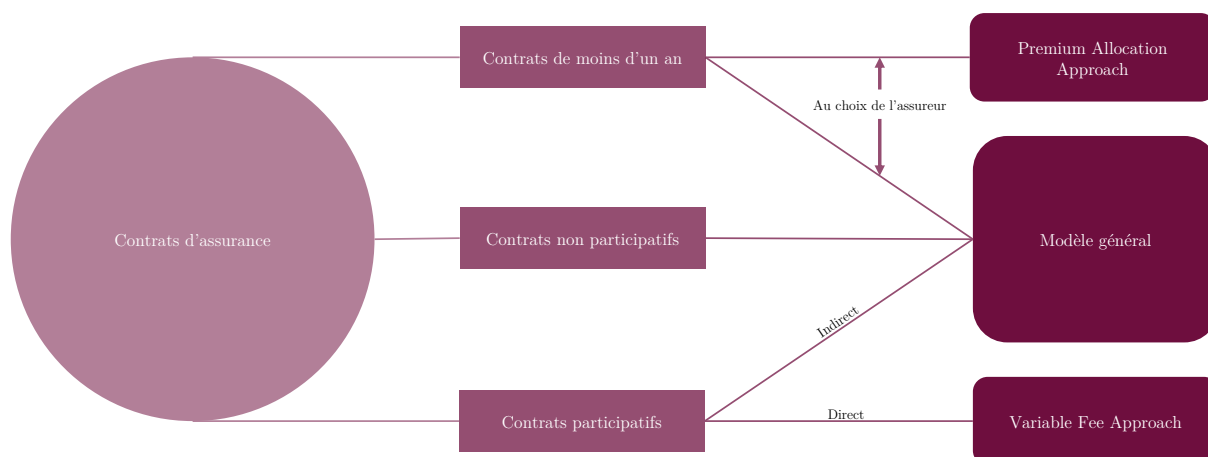


FIGURE 3.16 – IFRS 17 - Arbre de décision (modèles comptables)

4 Segmentation des contrats

La norme IFRS 17 impose aux entités de reconnaître leurs différents portefeuilles, c'est-à-dire les risques similaires qui sont gérés ensemble. Il est aussi imposé par l'IASB de diviser les différents portefeuilles par groupe de contrat. La notion de groupe de contrat au sein d'IFRS 17 est décrit par :

- Onéreux,
- Pas de possibilité significative de devenir onéreux,
- Le reste des contrats.

La segmentation des contrats doit faire preuve de cohérence, et il est nécessaire de regrouper les différents contrats qui présentent les mêmes risques et qui sont gérés de la même manière. C'est alors à l'assureur de connaître les différents risques et de les regrouper de façon cohérente. Il doit toutefois veiller à minimiser le nombre de contrat avec des profitabilités différentes (onéreux et profitable par exemple).

Il faut alors maximiser l'information en regroupant de façon la plus homogène possible les contrats, tout en gardant la mutualisation propre à l'assurance. Bien qu'il soit autorisé qu'un groupe puisse contenir un seul contrat, il faut être attentif à ne pas réduire de façon drastique la taille des groupes pour ne pas perdre la mutualisation. Il faut finalement tendre vers une segmentation la plus homogène possible tout en maximisant l'information au sein de chaque groupe.

L'IASB donne un cadre à l'agrégation des contrats :

1. Les entités doivent identifier leurs différents portefeuilles, c'est-à-dire regrouper les contrats soumis à un risque similaire et qui sont gérés ensemble.
2. Dans chacun de ces portefeuilles, des groupes (au sens IFRS 17) sont établis par profitabilité (onéreux, n'ayant pas de possibilité significative de devenir onéreux, profitable)
3. Les contrats souscrits à plus d'un an d'écart ne peuvent pas appartenir au même groupe. Une segmentation plus fine est alors faite : cohorte annuelle.

Nous pouvons finalement résumer cette agrégation par le schéma suivant :

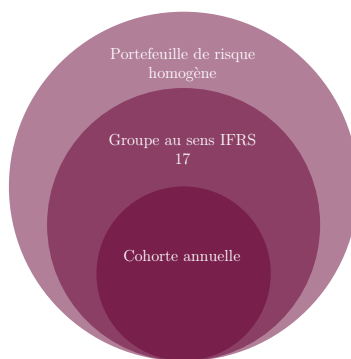


FIGURE 3.17 – IFRS 17 - Segmentation réglementaire des contrats

Segmentation plus fine

Le cadre donné par le graphique précédent est le minimum à appliquer par l'entité. Cependant, il est possible de segmenter plus finement si cela est jugé intéressant.

Modification de la segmentation

La création de ces groupes s'établit lors de la première comptabilisation, et cela est fixe⁴. Les indicateurs tels que les *fulfilment cash flows*, le RA et la CSM se feront alors au moins à l'échelle groupe. L'assureur aura la possibilité de changer les différents groupes si et seulement si il est capable d'attribuer à chaque groupe la part des FCF mesurés.

L'IASB donne des directives quant à la segmentation des contrats, avec la notion importante de groupe onéreux. Cette dernière notion reste une zone d'ombre pour les assureurs. N'étant pas le thème principal de ce mémoire, nous ne développerons pas ce point, mais il est tout de même intéressant de réfléchir aux solutions qui pourraient être proposées.

A l'instar du ratio combiné, il pourrait être imaginé un indicateur de profitabilité IP tel que :

$$IP = \frac{S + \text{frais} + RA}{P}$$

où S (respectivement frais et P) sont les sinistres (respectivement les frais et les primes). Cet indicateur tiendrait alors aussi compte de l'ajustement pour risque. Dans l'étude menée dans ce mémoire, cet indicateur sera estimé et l'impact du RA sera apprécié.

4.1 Réassurance sous IFRS 17

Les dispositions pour la réassurance sous IFRS 17 sont applicables uniquement à la cédante⁵. En général, l'assureur cède son risque à un réassureur. Ce dernier traitera quant à lui ses contrats comme des contrats d'assurance classiques. Aussi, la cédante traitera les traités de réassurance séparément des contrats d'assurance réassurés, c'est-à-dire qu'elle établira dans un premier temps son bilan et compte de résultat brut de réassurance, et étudiera ensuite les bénéfices du traité de réassurance.

Dans ce cadre, la CSM n'est pas bornée à 0 et il est possible d'avoir une CSM négative : voici un exemple pour illustrer ce phénomène.

4. Il est possible de modifier la segmentation, mais ce changement obéit à des règles strictes.

5. Pour rappel, l'entité cédant le risque est appelée la "cédante"

Exemple

Un assureur reçoit une prime unique de 1500 et prévoit un ratio $\frac{\text{sinistres}}{\text{primes}}$ de 90 % et donc un montant de sinistre de 1350. L'assureur souhaite se protéger contre une éventuelle hausse des prestations et conclut donc le traité de réassurance suivant : l'assureur reçoit 50 % des sinistres, et paye une prime de réassurance selon deux scénarios :

- Scénario 1 : l'assureur paye 700 de prime
- Scénario 2 : l'assureur paye 600 de prime

Sous l'hypothèse que l'assureur ait effectué les bons calculs au niveau des prestations, la CSM un an plus tard sera alors :

	Scénario 1	Scénario 2
A = Prime versée	700	600
B = Prestations reçues	675	675
C = B - A = CSM	-25	75

FIGURE 3.18 – IFRS 17 - Réassurance (cas d'une CSM négative)

5 La transition

L'implémentation d'IFRS 17 aura des implications majeures sur la constitution du bilan d'une compagnie d'assurance. Le CE et le RA sont calculés directement à la date d'arrêté à partir des modèles de projection des flux futurs. La CSM est quant à elle calculée lors de la comptabilisation initiale, mais quid des contrats issues avant la première comptabilisation officielle IFRS 17. Une période de transition est nécessaire pour la première comptabilisation. Pour cela l'a prévu plusieurs méthodes de reconstitution (pour les modèles VFA et modèle général). Dans la suite, deux méthodes seront présentées : l'approche rétrospective et l'approche en Juste Valeur.

5.1 L'approche rétrospective

Dans un premier temps, l'IASB propose une approche rétrospective pour reconstituer le bilan d'ouverture. Cette méthode constitue la CSM à la date de première comptabilisation et l'amorti sur la période écoulée entre la date de première comptabilisation et la date de transition. Ceci implique de connaître à la fois toutes les caractéristiques des contrats à la date de première comptabilisation et les courbes de taux à cette même date. Une reconstitution exhaustive des différents groupes de contrats, les flux de trésorerie passés, le RA ... sera nécessaire.

Cette approche paraît donc complexe pour une implémentation, au vu des nombreuses informations techniques et financières nécessaires pour le calcul de la CSM. Il paraît compliqué d'avoir accès aux anciens contrats, gérés soit manuellement (sur papier) soit par d'autres systèmes de gestion. Le *board* donne alors une autre alternative à cette méthode, pour les assureurs n'ayant pas l'information nécessaire.

5.2 L'approche en Juste Valeur

Cette approche est celle qu'il convient de retenir lorsqu'il n'est pas possible d'effectuer ni une approche rétrospective ni une approche rétrospective modifiée faute d'informations suffisantes sans coûts ou efforts excessifs.

Cette approche définit la CSM comme la différence entre la juste valeur⁶ d'un groupe de contrat à la date de transition et les flux de trésorerie d'exécution (*Current Estimate* et ajustement pour risque).

6 Comptabilisation initiale

La comptabilisation d'un contrat d'assurance est effectuée au début de la période de couverture ou à la date de premier paiement. Il faut alors évaluer la CSM et pour cela, il faudra évaluer les flux de trésorerie d'exécution pour chaque groupe de contrat. Aussi, il faudra déterminer la courbe de taux à l'origine pour le modèle général (aussi applicable au modèle *Premium Allocation Approach*⁷). Dans le cadre du modèle *Variable Fee Approach*, ce taux d'actualisation sera utilisé pour :

- que la CSM puisse capter les variations des courbes de taux ;
- mesurer les impacts sur les flux de trésorerie d'exécution, qui ajustent la CSM.

6. Notion définie par IFRS 13

7. Sauf dans le cas du choix d'option dans lequel il n'y a pas de d'actualisation

Deuxième partie

Modélisation de l'ajustement pour risque

Le calcul de l'ajustement pour risque demande plusieurs compétences de la part de l'assureur : techniques actuarielles, comptabilité, management du risque, adaptation aux exigences de la norme IFRS 17 ... Après avoir présenté l'environnement réglementaire dans lequel évolue cet indicateur, les méthodologies nécessaires à l'estimation de l'ajustement pour risque vont être maintenant présentées. L'objectif premier de cette partie est de présenter la méthodologie appliquée, de la donnée à l'établissement du compte de résultat et du bilan du cas central.

4 L'ajustement pour risque en vision IFRS 17

Comme il a été vu dans la partie 1.3, l'ajustement pour risque doit être refléter la vision économique du risque, mis au regard avec l'aversion au risque de l'entité. Pour aiguiller les méthodologies, le *board* impose que l'ajustement pour risque soit cohérent avec :

- Le risque,
- Le niveau de risque,
- La croissance du risque,
- L'information disponible.

Cette partie vise alors à présenter les différentes contraintes imposées par l'IASB.

1 Le risque

Afin d'apprécier le risque auquel un assureur est exposé, une méthode est de connaître la distribution des sinistres. En effet, à tout moment donné l'assureur doit être en mesure d'honorer ses engagements auprès de ses assurés. Pour cela, il doit connaître les risques sous-jacents à son portefeuille, ainsi qu'estimer au mieux le montant des sinistres afférents aux contrats d'assurance. La compagnie d'assurance provisionne alors le montant total de ce que lui coûtera les sinistres passés (liquidation des sinistres déjà survenus). Le risque dépendra de la branche, des assurés, du lieu sous-jacent au contrat ... il est donc propre à l'assureur. Une fois les sinistres provisionnés, le risque est que cette provision soit insuffisante : la distribution des sinistres servira à connaître la volatilité des sinistres et de déterminer un ajustement pour risque.

Le provisionnement est principalement basé sur l'historique des sinistres. En norme française, on distingue plusieurs types de provisions à calculer¹ :

Provisions Mathématiques des rentes (PM de rente) Cette provision est la "*valeur actuelle des engagements de l'entreprise en ce qui concerne les rentes et accessoires de rentes mis à sa charge*". En assurance non-vie, ces rentes proviennent des garanties Automobile et Responsabilité Civile Générale.

Provisions pour Risques En Cours (PREC) Cette provision est "*destinée à couvrir, pour l'ensemble des contrats en cours, la charge des sinistres et des frais afférents aux contrats, [...], pour la part de ce coût qui n'est pas couverte par la provision pour primes non acquises*". L'objectif est de constituer une provision lorsque l'assureur s'attend à ce que les primes liées aux exercices futurs ne couvrent pas les sinistres. En somme, la provision est constituée lorsque l'assureur s'attend à ce que le ratio combiné soit supérieur à 1. Une telle constitution en norme française pourrait indiquer la reconnaissance d'un groupe de contrat onéreux en IFRS 17.

1. Ces provisions sont données par l'article R331-6 du Code des assurances

Provision pour Primes Non Acquisées (PPNA) C'est une "provision, [...], destinée à constater, pour l'ensemble des contrats en cours, la part des primes émises et des primes restant à émettre se rapportant à la période comprise entre la date de l'inventaire et la date de la prochaine échéance de prime ou, à défaut, du terme du contrat". Elle gravite autour de deux primes :

- Primes Émises : à la souscription (ou au renouvellement) du contrat d'assurance, l'assureur émet les primes pour toute la période de couverture (en général égale à un an). La prime émise peut parfois être égale à l'encaissement de cette dernière dans le cas où l'assuré règle l'intégralité de la prime en une fois.
- Primes Acquisées : cette prime correspond aux paiements des primes par les assurés à l'assureur dans l'année. Cette prime est le principal produit du compte de résultat.

Finalement, la PPNA est la part de la prime que l'assureur doit mettre de côté pour faire face aux risques futurs (liés au prochain exercice). Il résulte de la différence entre des primes émises et les primes acquises, calculée à la maille contrat. Cette provision est alors plus ou moins importante selon les dates de renouvellement (ou de souscription) des contrats. On peut alors sortir de ces remarques la relation suivante :

$$PPNA_{Cloture} = PPNA_{Ouverture} + PE - PA$$

où PE sont les primes émises et PA les primes acquises.

Ci-après, un schéma illustratif pour mieux comprendre :

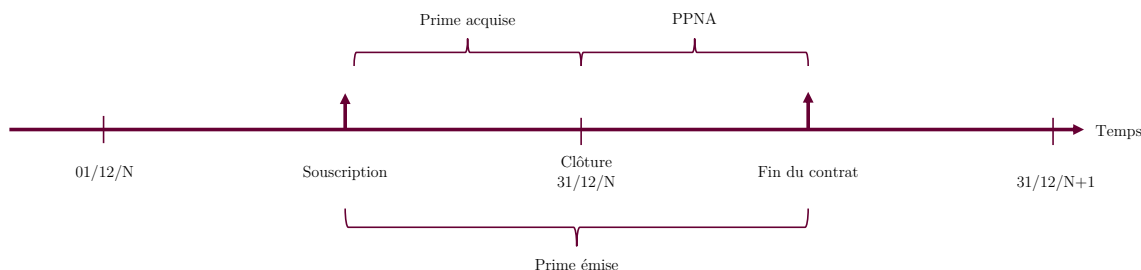


FIGURE 4.1 – Provisionnement - PPNA

Provision pour Sinistres À Payer (PSAP) Ce type de provision est la "valeur estimative des dépenses en principal et en frais, tant internes qu'externes, nécessaires au règlement de tous les sinistres survenus et non payés, y compris les capitaux constitutifs des rentes non encore mises à la charge de l'entreprise".

Les PSAP comprennent alors les sinistres survenus connus, mais aussi les sinistres survenus non connus. Dans la littérature, les PSAP sont composés des sinistres *Reported But Not Settled* (RBNS) et des sinistres *Incurring But Not Reported* (IBNR). Pour faciliter la compréhension, voici un graphique comprenant les types de sinistres qu'il est possible de rencontrer :

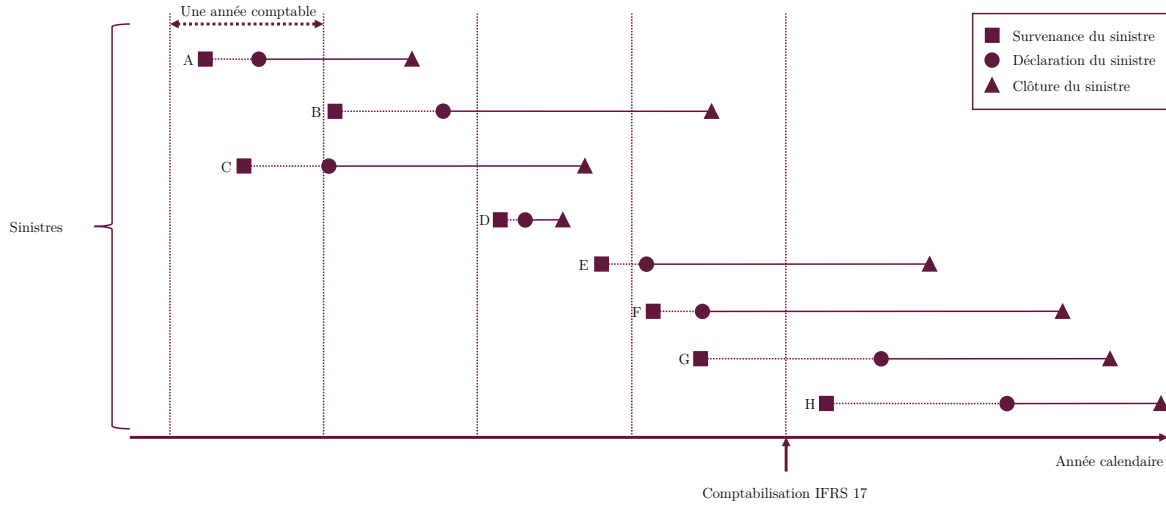


FIGURE 4.2 – Provisionnement - PSAP = RBNS + IBNR

Dans ce graphique, les sinistres A , B , C et D sont des sinistres déjà clôturés. Les prestations sont alors connues de façon exhaustive et aucune provision n'est établie pour ces sinistres. En revanche, l'information connue de ces sinistres sera prise en compte.

Les sinistres E et F sont quant à eux connus, mais pas encore clôturés. Une incertitude sur la date de la clôture et le montant restant à payer, une provision est établie : la provision RBNS.

Le sinistre G est survenu, mais pas encore déclaré donc pas connu de l'assureur. Une provision est alors établie pour ces sinistres : la provision IBNR.

Le sinistre H est un cas particulier :

- Soit il est survenu après la couverture du contrat : dans ce cas il n'y aura pas d'indemnisation et il ne sera alors pas pris en compte.
- Soit il est survenu après le date de clôture, mais pendant la couverture d'un contrat lié à l'exercice en cours. Dans ce cas, il correspond en à un sinistre survenu au titre des PPNA.

Dans ce mémoire seront uniquement prises en compte les PSAP et les PPNA. Ces quantités alimenteront les modèles de calcul du *Current Estimate* :

- Les PSAP alimenteront le *Current Estimate* LIC (appelé CE_{LIC}). Cette quantité sera relative aux survénances passées, et à la liquidation de ces sinistres.
- Les PPNA alimenteront quant à elles LRC.

1.1 Méthode de provisionnement

En assurance non-vie, les données liées aux sinistres déjà survenus sont représentées par un triangle de développement, constitué des règlements et des réserves dossier/dossier. Pour le calcul de la provision à l'ultime, règlements et réserves dossier/dossier sont utilisés. En revanche, cette méthode ne permet pas d'avoir une vision précise des futurs *cash flows*. Dans la suite, seul les règlements seront considérés dans les triangles de liquidation, dans le but d'estimer les flux futurs nécessaires au calcul du CE et du RA, en prenant en compte l'actualisation.

Soit $i \in 1, \dots, I$ les années de survénance, et $j \in 1, \dots, I$ les années de développement. Les paiements en l'année $i + j$ du sinistre survenu l'année i sont notés $X_{i,j}$.

Soit $D_I = X_{i,j} | i + j \leq I$, correspondant à la partie supérieure du triangle $T_I = D_I \cup D_I^c$.

Le triangle de développement incrémental se présente alors sous la forme :

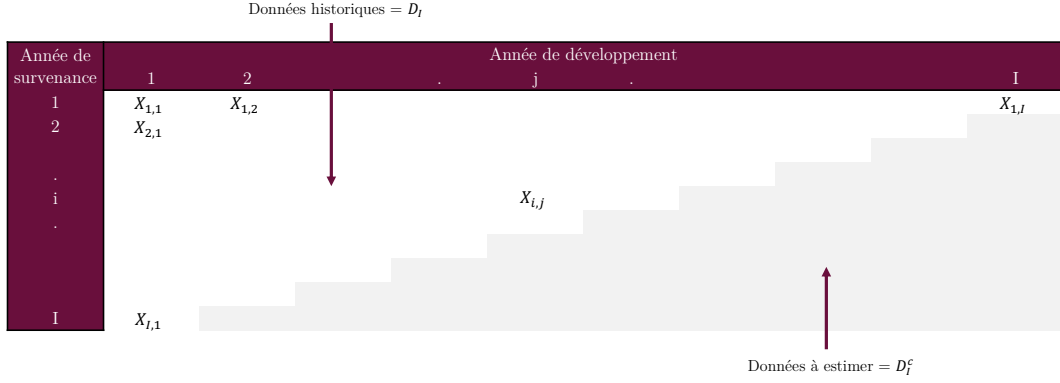


FIGURE 4.3 – Triangle de développement en assurance non-vie

Les montants cumulés du triangle sont maintenant notés $C_{i,j} = \sum_{k=1}^j X_{i,k}$. L'objectif est ici d'estimer $C_{i,I}$, $\forall i \in 1, \dots, I$, pour avoir le montant de réserve à l'ultime R tel que :

$$R = \sum_{u=1}^I R_u = \sum_{i=1}^I C_{i,I} - \sum \text{diag}(T_I) = \sum_{u=1}^I \sum_{j=I-i+1}^I X_{u,j}$$

Pour estimer la provision, plusieurs méthodes sont utilisées : méthode des coûts moyens, Bornhuetter Ferguson ou Chain Ladder. Cette dernière, de par sa simplicité de compréhension, de transparence et de mise en place, est la plus populaire sur le marché. Dans le cadre du calcul de l'ajustement pour risque, cette méthode pourrait aussi permettre une mise en place pratique en se basant sur l'existant. Dans les études menées par la suite, c'est la méthode de Chain Ladder qui a été choisie comme méthode de base. En effet, c'est la méthode utilisée sur le portefeuille étudié dans ce mémoire par la compagnie d'assurance.

Méthode de Chain Ladder

La méthode de Chain Ladder se base sur les données de l'historique, en répliquant les futurs *cash flows* de la même manière que le passé : il est supposé qu'il existe un facteur de développement individuel $f_{i,j}$ tel que

$$C_{i,j+1} = f_{i,j} \times C_{i,j}$$

et tels que les $f_{i,j}$ soient indépendants.

Cette méthode consiste à fournir une estimation des coefficients de passage sans distinguer les années de survenance. Il est noté $\hat{f}_j$ le coefficient de passage d'une année de développement à l'autre, estimé par :

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=1}^{I-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{I-j-1} C_{i,j}}$$

Par cette estimation, la partie inférieure du triangle peut être estimée sans biais par la relation suivante :

$$\hat{C}_{i,j} = \prod_{u=I-i}^{j-1} \hat{f}_u \times C_{i,I-i}, \forall i, j \text{ tels que } i+j > I$$

L'hypothèse d'indépendance $f_{i,k} \perp f_{i,u}, \forall k, u \in 1, \dots, I, k \neq u$ est donc la principale hypothèse à vérifier lorsqu'on applique cette méthode. Il faudra alors vérifier que quelque soit l'année de survenance, la charge se liquide de la même façon.

Méthode de Mack

La méthode de Mack[18] est une méthode se basant sur Chain Ladder, et qui introduit une incertitude liée à la prédiction de ce modèle. Elle se base sur trois hypothèses :

Hypothèse 1 Les années de survenance des sinistres sont indépendantes (même hypothèse que pour Chain Ladder),

Hypothèse 2 Cette hypothèse décrit les coefficients de passage en termes probabilistes : $\forall i \in 1, \dots, n$ et $\forall j \in 1, \dots, n-1$,

$$\mathbb{E}(C_{i,j+1}|C_{i,1}, \dots, C_{i,j}) = f_j C_{i,j}$$

où le coefficient de passage f_j est décrit supra.

Hypothèse 3 Cette hypothèse suppose une volatilité des réserves : $\forall i \in 1, \dots, n$ et $\forall j \in 1, \dots, n-1$,

$$\text{Var}(C_{i,j+1}|C_{i,1}, \dots, C_{i,j}) = \sigma_j^2 C_{i,j}$$

Dans le modèle de Mack, σ_j^2 est estimé sans biais par $\hat{\sigma}_j^2$. Pour $\forall j \in 1, \dots, n-2$, $\hat{\sigma}_j^2$ est estimé par :

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n-j-1} \sum_{i=1}^{n-j} C_{i,j} \left(\frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} - f_j \right)^2$$

Pour $j = n-1$, $\hat{\sigma}_j^2$ est estimé par :

$$\hat{\sigma}_{n-1}^2 = \min\left(\frac{\hat{\sigma}_{n-2}^4}{\hat{\sigma}_{n-3}^2}, \hat{\sigma}_{n-2}^2, \hat{\sigma}_{n-3}^2\right)$$

Atouts et limites de la méthode

Comme il a été remarqué, la méthode de Chain Ladder est simple d'application, et n'est d'ailleurs pas restrictive au niveau des données. En effet, cette méthode peut prendre en compte des montants incrémentaux négatifs (pouvant correspondre à des recours, d'une erreur ou bien d'une annulation totale ou partielle d'une créance en faveur de l'assureur) ce qui est courant dans des triangles de développement en assurance non-vie.

Aussi, elle est agile en permettant d'augmenter "manuellement" l'ultime des triangles. En effet, il peut arriver parfois que les facteurs de développement ne soient pas assez "petits" (proche de 1), synonyme que les sinistres ne sont pas encore arrivés à l'ultime. Dans ce cas, il suffit de modéliser les facteurs de développement pour les années supérieures à I (via une régression par exemple), les projeter et estimer les futurs *cash flows* par la relation de récurrence vue supra.

La première limite de Chain Ladder est son hypothèse principale : l'indépendance des années de développement. En effet, plusieurs triangles ne vérifieront pas cette hypothèse.

L'autre limite de ce modèle est qu'elle se base uniquement sur les données des années j et $j-1$. Alors, dans le cas où il y aurait peu de données, ou que les années de développement ne se comportent pas de façon similaire, une erreur sur l'estimation des facteurs de développement est probable. Dans ce cas, l'erreur est multiplicative et donc l'ultime peut être biaisé.

La méthode permet alors d'estimer la provision à l'ultime (y compris les IBNR), et c'est donc sur la projection de *cash flows* issu de cette méthodologie que pourra se baser le calcul du CE sous IFRS 17. Cependant, cette méthode ne donne pas d'information sur la distribution des *cash flows* et pour cela, différentes méthodes de ré-échantillonnage existent. L'approche retenue dans le cadre de ce mémoire est la méthode de *bootstrap* Chain-Ladder, et sera l'objet de la prochaine section.

1.2 Méthode de ré-échantillonnage : le *bootstrap*

Dans l'horizon du "ré-échantillonnage", il existe plusieurs méthodes comme notamment les méthodes Markov Chain Monte Carlo (MCMC), mais sont complexes à mettre en place. En pratique, la plus utilisée reste la

méthode du *bootstrap*, du fait de son interprétabilité et de sa robustesse.

Le *bootstrap* ne repose pas sur des hypothèses faites sur la distribution sous-jacente aux données : l'objectif est de "simuler" plusieurs triangles de développement et d'obtenir plusieurs réserves à l'ultime, donnant ainsi une distribution empirique de la variable aléatoire "*charge finale*".

L'objectif dans ce mémoire est d'estimer l'incertitude liée au *Current Estimate*, ce dernier étant estimé par la méthode de Chain Ladder. Il a donc été choisi d'appliquer un *bootstrap* sous les hypothèses de Mack, supposant à la fois les hypothèses de Chain Ladder, mais aussi l'existence "probabiliste" des coefficients de passage et d'une volatilité. Par cette méthode, la moyenne théorique des réserves est égale au montant obtenu par l'approche Chain Ladder².

Cette méthodologie a été introduite en 1979[5] par Efron et propose deux techniques :

- un *bootstrap* à appliquer directement sur les observations (appelé *Paired Bootstrap*)
- un *bootstrap* à appliquer sur les résidus calculés à partir d'observations et de valeurs prédites (appelé *Residual Bootstrap*)

La méthode *Paired Bootstrap* ne semble pas appropriée pour le provisionnement, les *cash flows* étant dépendants de l'année de développement. En effet, plus l'année de développement est grande, plus les prestations versées sont faibles. Cela signifie alors qu'il n'est pas cohérent de "mélanger"³ les *cash flows* entre eux, au risque d'obtenir des *cash flows* incohérents.

Dans le cadre de ce mémoire, le *bootstrap* est appliqué aux résidus de Pearson. L'avantage est de comparer les valeurs observées et les valeurs prédites, pondérées par leur "précision"⁴. Ce type de résidus permet de "mettre" à l'échelle l'erreur de prédiction, et de pouvoir appliquer une approche *bootstrap* de façon cohérente.

Les résidus de Pearson seront calculés par rapport aux coefficients de passage individuels $f_{i,j}$.

En rappelant que les montants cumulés du triangle de développement sont notés $C_{i,j}$, les résidus de Pearson sont :

$$r_{i,j} = \frac{f_{i,j} - \mathbb{E}f_{i,j}}{\sqrt{\text{Var}(f_{i,j})}}$$

Sous les hypothèses de Mack décrites dans la section 1.1, il découle les égalités suivantes :

$$\mathbb{E}(f_{i,j}|C_{i,1}, \dots, C_{i,j}) = f_j$$

et

$$\text{Var}(f_{i,j}|C_{i,1}, \dots, C_{i,j}) = \frac{\sigma_j^2}{C_{i,j}}$$

Les résidus propres à cette méthode sont alors :

$$r_{i,j} = \frac{\sqrt{C_{i,j}}(f_{i,j} - f_j)}{\sigma_j}$$

Une boucle de *bootstrap* b "mélanger" alors de façon aléatoire (tirage avec remise) les résidus $r_{i,j}$ pour donner un nouvel échantillon (noté $r_{i,j}^*$). Ces b -ièmes résidus permettent d'obtenir de nouveaux coefficients Chain Ladder :

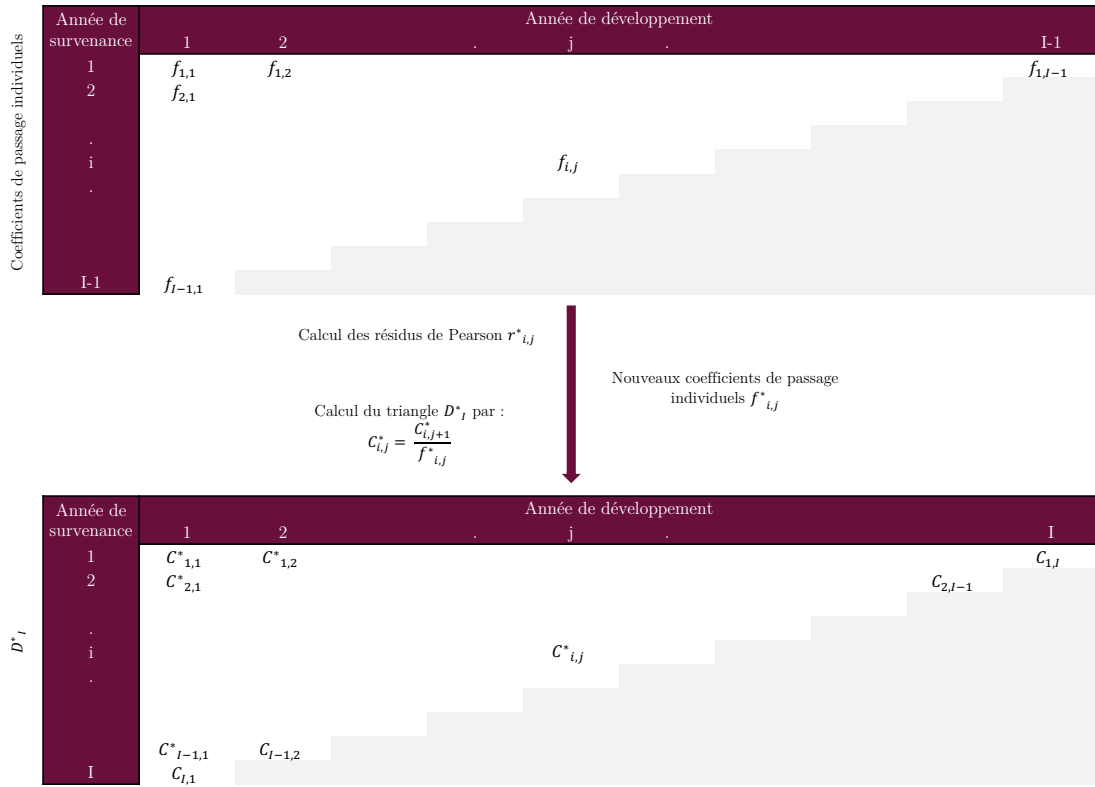
$$f_{i,j}^* = \frac{\sigma_j \times r_{i,j}^*}{\sqrt{C_{i,j}}} + f_j$$

et ainsi la réplique du triangle supérieur $D_I = C_{i,j}|i+j \leq I$ en $D_I^* = C_{i,j}^*|i+j \leq I$:

2. Avec un nombre de simulation infini

3. Par une approche de *bootstrap*

4. Écart-type des prédictions

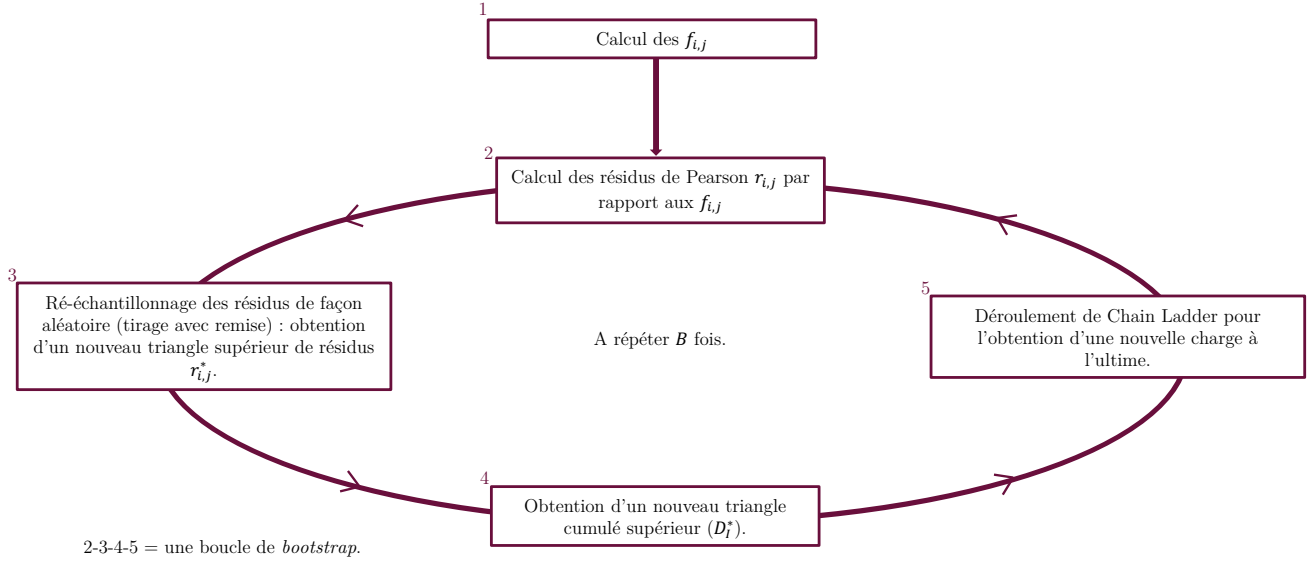
FIGURE 4.4 – *Bootstrap* Chain Ladder - Méthodologie

Pour finir cette b -ième boucle, un provisionnement Chain Ladder est appliqué afin d'estimer la charge à l'ultime du b -ième triangle.

Cette méthodologie est à renouveler B fois dans le but d'obtenir B charges à l'ultime et donc une distribution des futurs *cash flows*.

Récapitulatif de la méthode

Afin de bien comprendre la méthodologie appliquée, la figure 4.5 présente un récapitulatif de la méthode *bootstrap* appliquée aux données étudiées.

FIGURE 4.5 – *Bootstrap Chain Ladder* - Récapitulatif de la méthode

Les méthodes pour évaluer le risque sont donc présentées et serviront à alimenter le modèle de calcul du *Current Estimate* et *Risk Adjustment* dans la suite de ce mémoire.

2 Le niveau du risque

L'IASB demande à ce que l'ajustement pour risque soit cohérent avec le niveau de risque. Lorsque la distribution empirique des futurs *cash flows* est estimée, il est alors nécessaire d'étudier le niveau de risque, représentatif de l'aversion au risque de l'assureur. Pour cela, plusieurs mesures de risques peuvent correspondre. Les méthodes par quantile présentées dans ce mémoire seront : la *Value at Risk*, la *Tail Value at Risk* et la *Proportional Hazard Transform*.

Après avoir présenté de façon théorique la mesure de risque, seront présentées les différentes méthodes pour estimer l'ajustement pour risque à partir de la distribution des futurs *cash flows*.

2.1 Définition d'une mesure de risque

Une mesure de risque [19] est une application ρ associant un risque X à un réel $\rho(X) \in \mathbb{R}_+ \cup +\infty$. Cependant, de multiples fonctions répondent à cette définition. ARTZNER et al [3] définissent alors un cadre, qui est "les mesures de risque cohérentes".

2.2 Mesure de risque cohérente

Une mesure de risque est dite cohérente au sens de ARTZNER et al [3] si elle vérifie les quatre propriétés suivantes :

1. Invariance par translation

ρ est invariante par translation si $\rho(X + c) = \rho(X) + c, \forall c \in \mathbb{R}$.

2. Sous-additivité

ρ est sous-additive si $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y), \forall X, Y$.

3. Homogénéité

ρ est homogène si $\rho(cX) = c\rho(X)$, $\forall c \in \mathbb{X}$.

4. Monotonie

ρ est monotone si $p(X < Y) = 1 \Rightarrow \rho(X) \leq \rho(Y)$, $\forall X, Y$.

Bien que non cohérente, une mesure de risque peut être utilisée par les compagnies d'assurance. En effet, la *Value at Risk*, qui sera présentée dans la section 2.3, n'est pas cohérente mais est pourtant très utilisée sur le marché. Cette notion dresse cependant un cadre théorique aux mesures de risques. Dans cette partie, il s'agira de présenter les mesures de risques utilisées dans l'étude menée.

2.3 La *Value At Risk* (VaR)

La VaR est une notion qui a été largement utilisée dans le monde de la finance et qui s'est développée dans le monde assurantiel. En finance, pour un horizon de temps donné, la *VaR* correspond au montant de perte potentielle sur une période de temps fixée qui ne sera dépassée uniquement que dans α % des cas. Dans le cadre de l'ajustement pour risque sous IFRS 17, l'horizon de temps est la durée de couverture du contrat et le seuil de confiance est le reflet de l'aversion au risque de l'assureur. Mathématiquement, la *Value At Risk* de niveau de confiance α associée au risque X est donnée par la fonction :

$$VaR_\alpha(X) = \inf(x \mid p(X \leq x) \geq \alpha)$$

C'est donc le plus petit des x tel que $p(X \leq x) = \alpha$, ce qui donne :

$$VaR_\alpha(X) = F_X^{-1}(\alpha)$$

où F_X est la fonction de répartition de X .

Malgré la non "cohérence" au sens d'ARTZNER de cette mesure de risque, elle est utilisée dans le monde de l'assurance du fait de sa simplicité, et sa cohérence avec les différentes normes réglementaires : la VaR est utilisée pour estimer le SCR dans le cadre de Solvabilité 2. La VaR étant un "quantile à α %", c'est facilement interprétable comme un événement qui arrive tous les $\frac{1}{\alpha}$ années.

Le niveau de risque retenu pour cette méthode sera à l'appréciation de l'assureur, en fonction de son appétit au risque : la VaR est croissante en fonction du niveau de confiance.

2.4 La *Tail Value At Risk* (TVaR)

La définition de la *Tail Value At Risk* (TVaR) découle de la VaR. Il s'agit du montant moyen des sinistres sachant que X est supérieur à cette dernière. Sa définition est alors la suivante :

$$TVaR_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \int_\alpha^1 VaR_p(X) dp$$

Cette mesure de risque peut s'exprimer explicitement en fonction de la *VaR* :

$$TVaR_\alpha(X) = VaR_\alpha(X) + \frac{1}{1-\alpha} \mathbb{E}(X - VaR_\alpha(X))^+$$

Le montant moyen de sinistre supérieur à la $VaR_\alpha(X)$ est ajouté à cette dernière. La TVaR est cohérente au sens de ARTZNER et al, et sera plus prudente face à des risques présentant une distribution de probabilité à queue épaisse. Cette mesure de risque donnera un montant de RA plus important que la VaR (à quantile équivalent), mais sera plus prudente.

2.5 *Proportional Hazard Transform*

La mesure de risque *Proportional Hazard-mean* est une mesure de risque de Wang. Il sera alors présenté dans un premier temps la mesure de Wang puis la mesure *Proportional hazard-mean*.

Mesure de Wang

La mesure de Wang consiste à utiliser l'opérateur "espérance" appliquée à des transformations de la distribution de la variable aléatoire d'intérêt. L'idée derrière cette méthode est d'alourdir la queue de distribution initiale, ce qui permettra une meilleure prise en compte du risque en étant prudent[25].

Soit la fonction $g : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ une fonction de distorsion non décroissante telle que $g(0) = 0$ et $g(1) = 1$. La mesure de risque de Wang ρ_g issue de la fonction de distorsion g , par rapport à une variable aléatoire X est définie par :

$$\rho_g(X) = \int_0^{+\infty} g(S_X(x)) dx$$

où $S_X(x) = p(X > x)$.

Cette mesure de risque peut elle aussi s'exprimer en fonction de la VaR :

$$\rho_g(X) = \int_0^1 VaR_{1-\alpha}(X) dg(\alpha)$$

En effet, puisque $g(0) = 0$, il est à noter que

$$g(\bar{F}_X(x)) = \int_0^{\bar{F}_X(x)} dg(\alpha)$$

et donc que

$$\rho_g(X) = \int_0^{+\infty} \int_0^1 \mathbb{1}_{\alpha \leq \bar{F}_X(x)} dg(\alpha) dx$$

Or, les applications $x \mapsto 1$ et $x \mapsto \mathbb{1}_{\alpha \leq \bar{F}_X(x)}$ sont mesurables par rapport à la mesure de Lebesgue et donc, par application du théorème de Fubini-Tonelli :

$$\rho_g(X) = \int_0^1 \int_0^{+\infty} \mathbb{1}_{\alpha \leq \bar{F}_X(x)} dx dg(\alpha) = \int_0^1 VaR_{1-\alpha}(X) dg(\alpha)$$

Proportional hazard-mean

La méthode *Proportional Hazard Transform* est l'application de la PH-mean sur la distribution des sinistres. Cette approche est une mesure de Wang prenant en compte la fonction de distorsion $g : x \mapsto x^r$ où $0 < r \leq 1$. La mesure de risque *PH-mean* est l'espérance H_r de cette transformation :

$$H_r(X) = \int_0^{+\infty} [S_X(u)]^r du, 0 < r \leq 1$$

Le paramètre r sera à calibrer en fonction du profil de risque de l'assureur, au même titre que le niveau de confiance α avec la VaR ou la TVaR.

2.6 Cost of capital

A l'instar de la norme prudentielle Solvabilité 2 avec le calcul de la marge pour risque, il est possible d'imaginer un modèle similaire pour calculer l'ajustement pour risque. L'objectif est de partir de ce qui est connu, pour ensuite étudier d'autres méthodologies.

Le règlement délégué cadre par l'article 37 le calcul de la marge de risque en formule standard. Le calcul dépend alors du coût du capital et de la projection des SCR.

Le coût du capital utilisé dans cette étude est le même que sous Solvabilité 2⁵ : 6 %.

Les SCR à modéliser sont les suivants :

5. Ce montant est choisi pour être proche de la norme S2, mais n'est pas attendue par IFRS 17

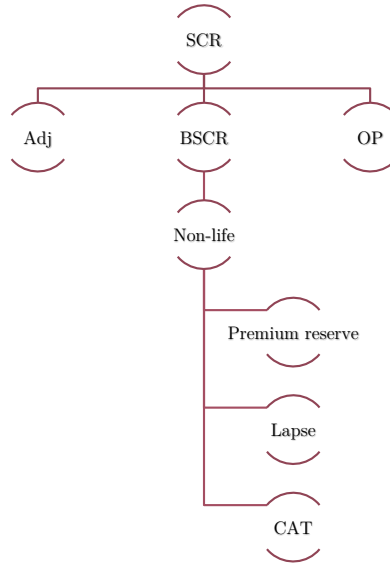


FIGURE 4.6 – SCR en non-vie

Le SCR "rachat"⁶ est supposé nul : ce risque fait référence à un taux de résiliation des polices. Il est alors supposé que toutes les primes non-acquises seront réellement acquises.

Le SCR "CAT" est aussi supposé nul : le risque CAT est traité à part et ne rentre pas dans le cadre de l'étude.

Les SCR "ajustements" et "opérationnels" sont aussi supposés nuls.

Le risque de primes et de réserves est calculé par la formule suivante⁷ :

$$SCR_{prem\ res} = 3 \times \sigma \times V$$

où

— σ "représente l'écart-type du risque de primes et de réserve en non-vie" tel que :

$$\sigma = \frac{1}{V} \sqrt{\sigma_{res} V_{res} \sigma_{prime} V_{prime}}$$

Les écart-types du segment "assurance incendie et autres dommages aux biens" sont donnés par le RD tels que $\sigma_{res} = 10\%$ et $\sigma_{prime} = 8\%$.

— V "représente la mesure de volume pour le risque de primes et de réserve en non-vie" tel que :

$$V = V_{prime} + V_{reserve}$$

Le volume de prime peut être calculé de la façon suivante⁸ :

$$V_{prime} = P_s + FP_{existing} + FP_{primes}$$

où $P_s = PPNA$ et $FP_{existing} = FP_{primes} = 0$

Le volume de réserve correspond aux réserves totales.

Une fois le SCR calculé, la projection de ce dernier est effectuée par un proxy autorisé par la norme Solvabilité 2 :

$$SCR_t = k \times BE_t$$

où :

6. *Lapse*

7. Article 115 du RD

8. Article 116 du RD

$$k = \frac{SCR_0}{BE_0}$$

Finalement, l'ajustement pour risque à la date T est calculé tel que :

$$RM = CoC \times \sum_{t \geq T} \frac{\frac{SCR_0}{BE_0} \times BE_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}$$

3 Croissance du risque

Le *board* précise que l'ajustement pour risque doit être cohérent avec le risque et donc, il doit être une fonction croissante du risque. Il est alors nécessaire de bien comprendre les différentes mesures de risque utilisées pour être cohérent avec la norme.

Pour la VaR et la TVAR, il est intuitif de voir qu'elles sont croissantes en fonction du seuil de confiance : plus l'intégrale sous la courbe (densité de probabilité) est élevée, plus la VaR (ou la TVaR) est élevée. Cela signifie donc pour le *Risk Management* que plus son aversion au risque est grande, plus le seuil de confiance doit être grand et par ricochet, l'ajustement pour risque aussi.

L'interprétation n'est en revanche pas similaire pour la méthode PHT. En effet, cette dernière est décroissante en fonction de r tel que défini dans la section 2.5. Le raisonnement sera alors inverse par rapport aux deux autres mesures de risque : plus l'assureur est averse au risque, plus le r doit être faible.

Le point commun, qui justifie leur présence dans ce mémoire et dans les méthodes possibles pour l'estimation du RA, est qu'elles sont croissantes en fonction du risque. En effet, pour un même quantile, un RA élevé sera signe d'un risque élevé ou d'une aversion au risque de la part de l'assureur. Voici un graphique récapitulatif pour l'interprétation des mesures de risque :

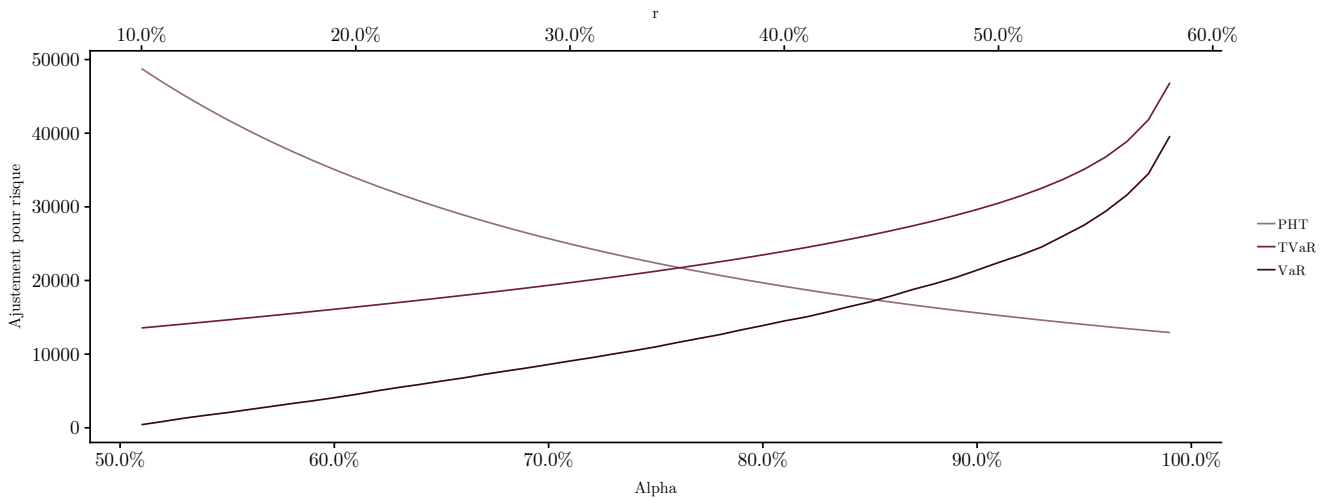


FIGURE 4.7 – Croissance du risque - Mesures de risque

4 Information disponible

L'IASB impose à l'entité d'utiliser toute l'information disponible. C'est-à-dire qu'il se doit d'utiliser toutes les informations à sa disposition pour estimer au mieux son engagements envers les assurés. En assurance non-vie, il se peut parfois qu'un risque ne soit pas pris en compte dans les calculs du *Current Estimate* comme les cas de jurisprudence, ou de changement de barème⁹. Dans ce cas, l'assureur pourra estimer ce risque et déterminer

9. Dans le cas d'une indemnisation basée sur un barème

un RA à ce titre à "dire d'expert". Dans ce mémoire, ces risques ne seront pas considérés dans l'étude.

5 Présentation du portefeuille étudié

Le portefeuille étudié dans ce mémoire concerne le risque MultiRisques Habitation (MRH) sur le secteur particulier professionnel d'un assureur Français. Les contrats de moins d'un an (de type auto, MRH, ...) représentent plus de 85 % du périmètre IARD de l'assureur en question et cela signifie que (au moins) 85 % du portefeuille sera modélisé avec le modèle PAA sous IFRS 17.

Connaissance du risque Le risque sous-jacent à ce portefeuille est le risque MRH et les garanties associées[1] sont :

- Dégât des eaux, comme les fuites accidentelles, les débordements et/ou les ruptures de conduites, d'installations de chauffage central, d'appareils à effet d'eau (lave-linge par exemple), installations sanitaires (baignoire ...). Aussi, les infiltrations d'eau via les toitures, les terrasses ou façades sont prises en charges.
- Vol, défini par le Code pénal¹ comme étant *la soustraction frauduleuse de la chose d'autrui*.
- Responsabilité civile, pour les dégâts causés à un tiers.
- Incendie, qui couvre le logement et son contenu.
- Bris de glace pour couvrir le vitrage, le miroir, ou encore la véranda.
- Catastrophe naturelle et événements climatiques

Les données utilisées concernent toutes les garanties MRH.

1 Portefeuille à l'étude

Les données ont été extraites le 31 décembre 2017 des systèmes de gestion, dans le but d'un exercice de reporting IFRS 17 à fin 2017. Cependant, certaines hypothèses ont été prises pour faciliter l'étude, et seront présentées par la suite.

Cette base contient toutes les informations nécessaires à l'établissement du compte de résultat de l'assureur, et agrège notamment les sinistres de la branche MRH de 2005 à 2017.

Les contrats en portefeuille présentent un risque homogène sur toute la France métropolitaine.

1.1 Indicateurs financiers

Primes Les primes émises de 2017 sont de 612M€ dont 425M€ sont acquises et 186M€ sont non-acquises. Le stock de PPNA² est considéré comme nul à l'ouverture, ce qui porte le stock de clôture à 186M€ .

Frais d'acquisition Les frais d'acquisition sont de 10,62 % en fonction des primes émises dans l'année et sont payés dès la première année.

Frais d'administration Les frais d'administration sont de 8,15 % en fonction des primes acquises dans l'année.

Frais généraux Les frais généraux sont de 7,5 % en fonction des primes acquises dans l'année.

1. Article 311-1 du Code pénal

2. Provisions pour Primes Non Acquises

Frais de gestion de sinistres Les frais de gestion de sinistres sont de 7,36 % en fonction des paiements des sinistres. Ils apparaîtront alors dans le compte de résultat tout au long de la projection.

1.2 Sinistralité

Les données à disposition sont des triangles de règlements. Ces triangles englobent tous les règlements versés par l'assureur aux assurés, mais aussi les recours encaissés. Les triangles de règlements présentés ci après sont des triangles cumulés : ces montants peuvent alors parfois être décroissants (décroissance portée par les recours).

Au global, les règlements se développent comme ceci :

		Année de développement												
Année de survenance	en k€	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2005	72 318	147 348	164 930	172 593	173 607	176 953	186 121	186 750	187 047	188 331	192 908	194 344	197 365
	2006	80 984	169 928	170 046	172 587	176 653	186 136	188 058	186 196	187 347	188 690	189 726	191 685	
	2007	77 385	155 681	168 191	174 109	183 860	185 465	185 172	186 461	187 429	189 372	192 809		
	2008	86 837	179 738	197 095	209 955	212 974	212 692	214 564	215 864	217 275	219 205			
	2009	98 631	190 768	216 890	221 655	223 834	226 991	229 023	231 971	234 813				
	2010	102 096	213 102	230 198	234 510	238 283	240 521	243 416	247 279					
	2011	106 085	212 804	228 042	235 036	237 800	242 297	245 921						
	2012	118 757	228 454	248 806	255 441	259 546	263 931							
	2013	116 193	227 172	248 192	257 824	263 811								
	2014	107 981	209 209	228 774	236 632									
	2015	106 989	204 027	224 963										
	2016	108 424	210 496											
	2017	112 285												

TABLE 5.1 – Sinistralité - Triangle des règlements

Comme attendu sur ce type de risque³, les sinistres se liquident *a priori* rapidement (3/4 ans), et ne semblent pas être très volatile. Ces premières observations seront vérifiées par la suite.

Les données présentées dans la tableau 5.1 comprennent tous les types de sinistres, à l'exclusion des catastrophes naturelles⁴ et des sinistres exceptionnels⁵.

Séparation des sinistres attritionnels / sinistres graves Les sinistres sont alors séparés par groupe en fonction d'un seuil déterminé par l'assureur :

- Les sinistres attritionnels (d'un montant $\leq 150k$ €)
- Les sinistres graves (d'un montant $> 150k$ €)

La présentation de la sinistralité de chacun de ces groupes de sinistres sera faite lors de l'estimation des futurs *cash flows*.

Le tableau 5.1 présente les sinistres attritionnels et les sinistres graves.

Aussi, une revalorisation *as-if* sera faite par la suite, pour rationaliser le coût d'un sinistre par rapport à l'année de reporting. Ce type de revalorisation consiste à prendre en compte l'inflation des prix, mais aussi le coût des matériaux ou encore le coût de la main d'œuvre.

Contrats onéreux Ce terme, bien spécifique à la norme IFRS 17, est propre à l'assureur et déterminant dans la publication du résultat aux investisseurs, de par son impact sur ce dernier. En effet, pour un groupe de contrats onéreux, une composante de perte est calculée qui impactera directement le résultat. Dans ce cas, la composante de perte comprendra un ajustement pour risque LRC. Le portefeuille de contrats présenté étant considéré comme profitable, seule la méthodologie de l'estimation du RA LIC sera étudiée.

La méthodologie pour regrouper les contrats (onéreux, profitables et le reste) n'est pas déterminée par l'IASB et ce sera à l'assureur de mettre en place sa propre méthode. Une méthode prenant en compte le RA peut donc être envisagée et donc, il sera intéressant d'étudier l'impact de l'ajustement pour risque sur la séparation onéreux/profitable. Ce sera alors le sujet de la partie 3.

3. Le risque MRH est une branche courte.

4. Ce type de sinistre est traité à part par l'assureur, et est donc exclu de l'étude

5. Ce type de sinistres est définis avec une fréquence qui est anormalement élevée.

2 Revalorisation *as if* des sinistres

2.1 Indice du Coût de la Construction des immeubles à usage d'habitation (ICC)

Le montant des sinistres doit être revalorisé, car 1 € de sinistre il y a 10 ans ne vaut pas 1 € aujourd'hui (en cause la hausse de prix des matériaux ou l'augmentation des salaires des ouvriers, des maîtres d'œuvres par exemple). Pour cela, un indice cohérent avec le portefeuille étudié doit être choisi. L'Indice du Coût de la Construction (ICC) a été choisi, mais la source peut provenir de deux entités différentes : l'INSEE ou la Fédération Française du Bâtiment. Cette dernière estime le *prix de revient d'un immeuble de rapport de type courant à Paris*, et l'ICC estimé par l'INSEE *mesure l'évolution du prix de la construction des bâtiments neufs à usage principal d'habitation non communautaire en France métropolitaine*. Il prend en compte l'évolution du coût du maître d'ouvrage, du prix des entreprises assurant les travaux ... La localisation des biens assurés dans le portefeuille est la France métropolitaine et donc, l'Indice du Coût de la Construction des immeubles à usage d'habitation (ICC) de l'INSEE sera préféré dans cette étude. L'indice trimestriel est alors récupéré sur l'INSEE.

L'année de cotation sera notée n , I_k sera l'indice de revalorisation de l'année k , X_k le montant d'un sinistre survenu au cours de l'année k , et X_k^n un sinistre survenu au cours de l'année k vu en n . L'indice *as if* de l'année k vu à l'année n est alors $\frac{I_n}{I_k}$ et le sinistre revalorisé est

$$X_k^n = X_k \frac{I_n}{I_k}$$

En appliquant cette méthode, l'indice de construction base 2017 est tel que :

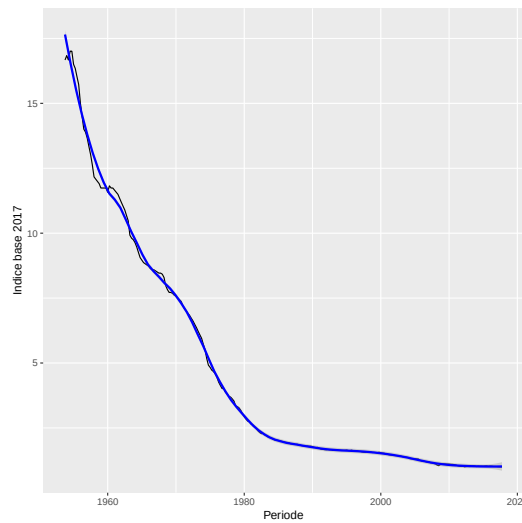


FIGURE 5.1 – ICC base 2017

L'objectif de l'étude est de calculer l'ajustement pour risque et donc aussi le *Current Estimate*. Une méthode de Chain Ladder sera appliquée pour projeter les charges à l'ultime. Afin de rester cohérent, les sinistres futurs doivent être eux aussi revalorisés et donc, l'indice de construction doit lui aussi être projeté. Pour cela, il est nécessaire de modéliser l'indice afin de le projeter.

2.2 Estimation de l'ICC

Afin de revaloriser les futurs sinistres, un indice constant égal à 1 aurait pu être considéré. Cependant, avec cette hypothèse, il aurait été considéré qu'1 € de sinistre versé aujourd'hui est égal à 1 € de sinistre dans 10 ans. Cette hypothèse apporterait alors un biais du fait que le coût des matériaux ainsi que les salaires augmentent. Finalement le coût devrait augmenter avec le temps et cela introduit un risque de sous-provisionnement.

Après ce premier constat et par prudence, il a été opté pour une modélisation de l'indice. Il est tout de même important de remarquer que cette modélisation conduit à un risque de modèle, mais est plus réaliste au

vu des sinistres du portefeuille que de prendre un coût constant dans le temps.

Pour la modélisation de cette série temporelle, plusieurs modèles ont été calibrés et un arbitrage a été nécessaire entre chacun d'eux, par le biais du RMSE⁶. Pour calculer cet indicateur et évaluer la performance de notre modèle, les données ont été séparées en base d'apprentissage et base de validation, représentant respectivement 80 % (jusqu'à fin 2004) et 20 %. Le modèle sera alors testé sur la période 2005-2017.

Dans un premier temps, un modèle de lissage exponentiel a été calibré, où les paramètres de lissage ont été optimisés selon l'algorithme développé et expliqué par Hyndman et al.[9]. Un modèle Holt-Winters et un modèle $SARIMA_s(p, d, q)(P, D, Q)$ ont aussi été calibrés. Il en ressort de ces modélisations les résultats suivants :

ETS	9,72 %
SARIMA	30,35 %
Holt Winters	15,64 %

TABLE 5.2 – RMSE

Le modèle retenu est alors un modèle de lissage exponentiel $ETS(M, Ad, N)$, où M signifie que l'erreur est multiplicative, Ad signifie que la tendance est additive "amortie", et N signifie qu'il n'y a pas de saisonnalité.

Soit $y_1, y_2, \dots, y_t$ les valeurs de la série observée. Il est noté l_t et b_t telles que :

$$\begin{cases} l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \phi b_{t-1}) \\ b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)\phi b_{t-1} \end{cases}$$

La projection de y_t à un horizon h , notée $\hat{y}_{t+h|t}$, est alors :

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t + \phi_t b_t$$

où $\alpha = 99,98 \%$, $\beta = 22,37 \%$, $\phi = 96,01 \%$ sont des constantes calibrées par rapport à l'historique, et $\phi_t = \phi + \phi^2 + \dots + \phi^h$. Les paramètres l_0 et b_0 ont quant à eux été initialisés à 16,75 et $-0,06$.

La projection de l'indice est alors la suivante (avec un intervalle de confiance à 80 %) :

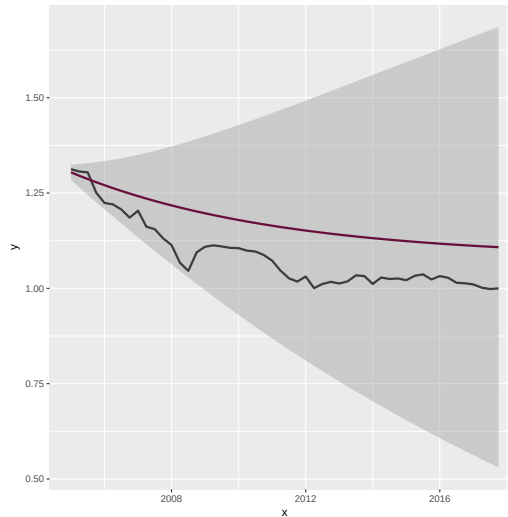


FIGURE 5.2 – Prédiction vs réalisé

De plus, ce modèle prend en compte une erreur multiplicative ϵ_t telle que $\epsilon_t = \frac{y_t - \mu_t}{\mu_t}$ (finalement ϵ_t est l'erreur relative). Un test de Student a été effectué deux fois afin de tester les hypothèses nulles suivantes :

$$\begin{aligned} H_0^1 &: \mathbb{E}\epsilon_t = 0 \\ H_0^2 &: \mathbb{E}\epsilon_t^2 = 0,0119 \end{aligned}$$

6. Le RMSE (*Root-Mean-Square Error*) est un indicateur permettant de mesurer l'écart entre les prédictions et ce qui s'est réalisé. Le RMSE permet de mesurer l'incertitude sur le futur par rapport à une séquence d'erreur passées, et s'écrit comme : $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - y_t)^2}{T}}$, où $\hat{y}$ est la valeur prédite, y la valeur réelle et T le nombre d'observations.

où $Var(\epsilon_t) = 0,0119$.

Les p-valeurs de ces deux tests sont supérieures à 5 % : les hypothèses H_0^1 et H_0^2 sont acceptées avec un seuil de confiance à 95 %.

De plus, l'hypothèse d'indépendance entre ϵ_t et ϵ_{t+h} a été testée par le biais d'un test de Ljung-box :

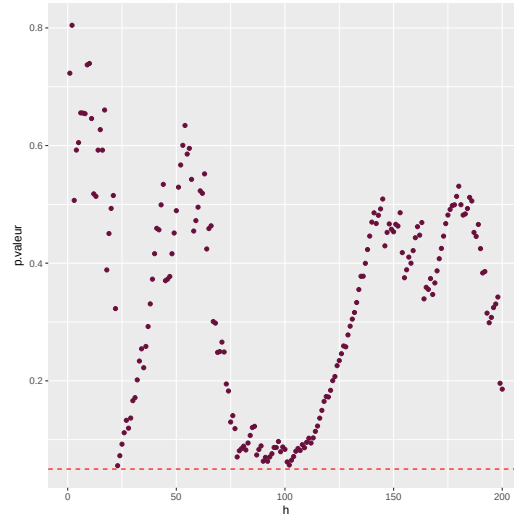


FIGURE 5.3 – p-valeur du test de Ljung-box

Les p-valeurs sont toutes supérieures au seuil de 5 %, la conclusion à cette étape est alors que[17] :

$$\begin{cases} \mathbb{E}\epsilon_t = 0 \\ \mathbb{E}\epsilon_t^2 = Var(\epsilon_t) \\ \mathbb{E}(\epsilon_t \epsilon_l) = 0, \forall t \neq l \end{cases}$$

et donc que l'erreur relative du modèle est un bruit blanc.

De plus l'erreur relative semble être un bruit blanc gaussien, au vu du QQ-plot :

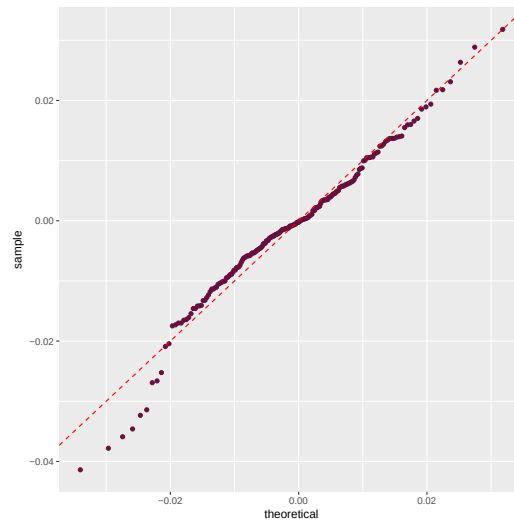


FIGURE 5.4 – QQ-plot gaussien

Finalement, au vu des différents tests effectués, le modèle considéré est concluant et la projection de l'indice sera effectuée via ce modèle.

Revalorisation *as if* finale

Soit l'année k , représentant l'année de paiement d'un sinistre.

- $[k \leq 2017]$.

Si k est inférieur ou égale à 2017, la revalorisation se fera comme présentée dans la partie 2.2. Il est considéré que le sinistre k vu en 2017 est :

$$X_k^{2017} = X_k \frac{I_{2017}}{I_k}$$

- $[k > 2017]$.

Pour k strictement supérieure à 2017, le sinistre survenant dans $(k - 2017)$ ans coûtera plus cher qu'en 2017 et donc, la revalorisation sera faite telle que :

$$X_k^{2017} = X_k \frac{I_k}{I_{2017}}$$

Dans ce cas, il suffit de prendre l'inverse de la modélisation effectuée.

Finalement, les sinistres seront revalorisés par la matrice suivante :

		Année de développement												
Année de survenance	en k€	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2005	125,15%	118,56%	113,09%	109,46%	110,62%	108,74%	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%
	2006	118,56%	113,09%	109,46%	110,62%	108,74%	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%
	2007	113,09%	109,46%	110,62%	108,74%	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%
	2008	109,46%	110,62%	108,74%	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%
	2009	110,62%	108,74%	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%
	2010	108,74%	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%
	2011	101,77%	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%
	2012	101,71%	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%	103,75%
	2013	103,22%	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%	103,75%	104,00%
	2014	102,58%	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%	103,75%	104,00%	104,21%
	2015	102,33%	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%	103,75%	104,00%	104,21%	104,39%
	2016	101,34%	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%	103,75%	104,00%	104,21%	104,39%	104,55%
	2017	100,00%	100,84%	101,55%	102,15%	102,65%	103,08%	103,44%	103,75%	104,00%	104,21%	104,39%	104,55%	104,67%

TABLE 5.3 – Revalorisation *as if* des sinistres

3 Courbe d'actualisation

Afin d'actualiser les flux futurs, il est nécessaire d'intégrer la valeur temps de l'argent par le biais d'un taux d'actualisation. Pour cela deux approches sont données par la norme IFRS 17 comme cité dans la première partie. L'approche *bottom up* est préférée par l'assureur. En effet, les équipes dédiées à ces travaux ont estimé la prime de liquidité en fonction de leur portefeuille, et cette prime a été reprise pour ce mémoire.

La courbe de l'EIOPA, ajustée d'une prime de liquidité - égale à 10 bp - est considérée comme la courbe des taux d'actualisation :

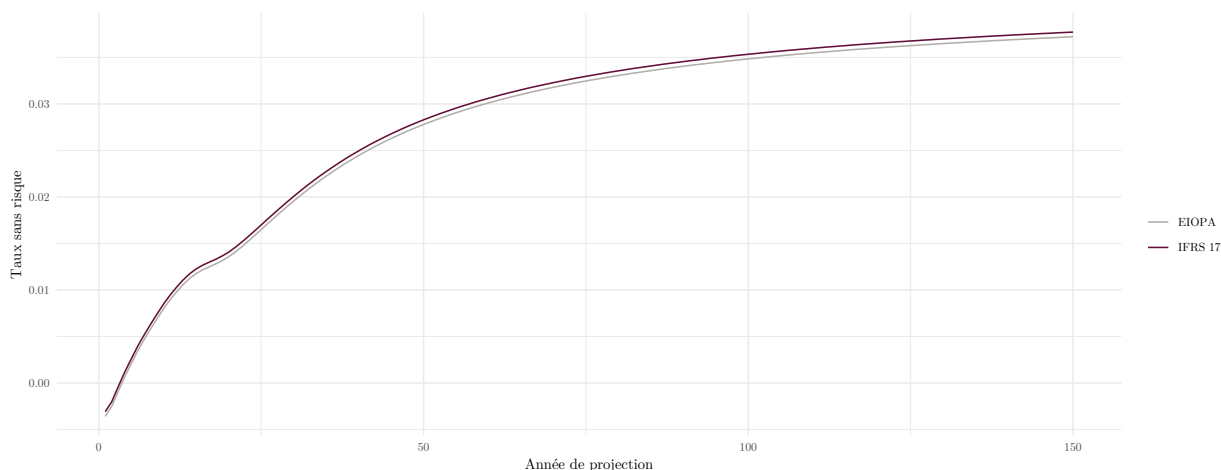


FIGURE 5.5 – Courbe de taux IFRS 17

Par simplification, il sera considéré que toutes les courbes de taux (passées ou futures) sont égales à celle de 2017.

La courbe de taux étant déterminante dans l'estimation du *Current Estimate*, un stress sera effectué afin de connaître la sensibilité de l'ajustement pour risque et du résultat par rapport à l'actualisation.

Les méthodes et hypothèses principales utilisées dans l'étude sont maintenant présentées. La dernière partie de ce mémoire consistera alors à établir le compte de résultat et bilan IFRS 17, et étudier l'impact des différentes méthodologies de calcul de l'ajustement pour risque sur ces derniers.

Troisième partie

L'ajustement pour risque sur un portefeuille MRH

6 Établissement du cas central

L'objectif du cas central ici est de partir d'une méthodologie connue sur le marché, puis d'étudier d'autres méthodes d'estimation de l'ajustement pour risque pour en mesurer les impacts.

Pour ce faire, un outil a été implémenté dans le but de faciliter l'étude d'impact de l'ajustement pour risque sur le résultat et le bilan IFRS 17. Les entrées de cet outil seront présentées en section 1. Ensuite, seront présentées les sorties de l'outil dans le cadre du cas central.

L'ajustement pour risque sera quant à lui estimé à partir de la méthode "coût du capital", présentée dans la section 2.6. Ensuite, seront présentées les méthodes par mesure de risque : *Value at Risk*, *Tail Value at Risk* et *Proportional Hazard Transform*.

1 Données nécessaires

Les données en entrée de l'outil sont :

- les sorties des modèles actuarielles (provisionnement, ajustement pour risque et courbes de taux)
- les hypothèses de bases (primes, frais, fonds propres à l'origine)

Sorties des modèles actuarielles Afin de projeter les provisions, la cadence de la réserve à l'ultime et de l'ajustement pour risque est estimée et renseignée. Aussi, il faut distinguer les flux LRC, LIC (de l'année courante et des années antérieures). Les flux à renseigner ne sont pas actualisés, ce qui permet de faciliter les calculs : l'actualisation se fait au sein de l'outil avec la courbe de taux renseignée.

Hypothèses Les hypothèses sont à renseigner. Parmi elles, peuvent notamment être citées les primes émises/acquises/non-acquises. Les frais attribuables et non-attribuables aux contrats doivent être renseignés en proportion des primes (frais d'acquisition, frais d'administration et frais généraux) et des sinistres (frais de gestion de sinistre).

Aussi, doivent être renseignés :

- l'hypothèse de rendement des actifs (les actifs sont comptabilisés sous IFRS 9 en juste valeur par résultat),
- les fonds propres à l'ouverture

2 Sorties de l'outil développé

Les sorties de l'outil ont pour but de présenter la projection du résultat et du bilan IFRS 17. Aussi, pour comprendre la construction de ces sorties, les balances comptables (actif et passif) sont présentées.

Le résultat est constitué du résultat d'assurance, du résultat technique, du résultat d'investissement et du résultat total.

3 Projection non-discomptée des réserves

L'outil développé prend en entrée les flux futurs prévus non-actualisés. L'objectif de cette projection est multiple :

- Obtenir une cadence de développement des sinistres ;

- Avoir une base pour ensuite estimer une distribution (via une méthode de *bootstrap*);
- Projection des futurs *cash flows* non-discomptés permettra, en pratique, un double emploi :
 - actualisation avec la courbe de taux sans risque donnée par l'EIOPA, pour estimer les provisions *Best Estimate* sous Solvabilité 2,
 - actualisation avec la courbe de taux IFRS 17, pour estimer le *Current Estimate*.

La projection des sinistres ne prendra pas en compte la courbe d'actualisation, mais prendra en revanche compte de la revalorisation des sinistres passés et futurs modélisée dans la partie 2.2.

3.1 Vérification des hypothèses Chain Ladder : sinistres attritionnels

La provision pour les sinistres attritionnels¹ est estimée sur le triangle des règlements :

	en k€	Années de développement												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Année de survenance	2005	75 968	141 728	151 466	155 068	156 393	157 138	157 910	157 971	157 954	158 211	157 982	158 017	158 045
	2006	79 197	148 710	157 153	160 038	161 487	162 163	162 333	162 372	163 007	163 353	162 907	163 037	
	2007	77 401	143 888	155 486	158 789	160 370	160 402	161 086	161 185	161 470	161 795	161 870		
	2008	82 646	158 676	169 548	173 643	175 086	175 637	175 965	176 233	176 341	176 656			
	2009	95 736	175 516	187 504	190 903	193 292	193 761	194 299	194 740	195 161				
	2010	94 526	180 772	192 427	196 710	198 123	198 913	199 790	200 465					
	2011	94 418	180 866	193 293	196 493	198 561	199 472	199 971						
	2012	104 787	194 709	206 584	210 158	212 088	213 110							
	2013	106 930	197 809	210 754	214 233	216 279								
	2014	102 312	190 698	203 673	206 898									
	2015	99 355	177 308	188 621										
	2016	99 159	178 080											
	2017	99 878												

TABLE 6.1 – Chain Ladder - Triangle de développement - Sinistres attritionnels (en k€)

L'utilisation de la méthode Chain Ladder repose sur différentes hypothèses. Pour rappel, ces hypothèses sont les suivantes :

- il existe un facteur de développement individuel $f_{i,j}$ tel que

$$C_{i,j+1} = f_{i,j} \times C_{i,j}$$

- indépendance des $f_{i,j}$.

Existence d'un facteur de développement

Il existe un facteur de développement si une relation linéaire entre l'année de développement i et $i + 1$ peut être vérifiée. La validation de cette première hypothèse peut se vérifier sur la figure 6.1.

1. Dans cette étude, un sinistre est attritionnel si son montant est inférieur 150k€.

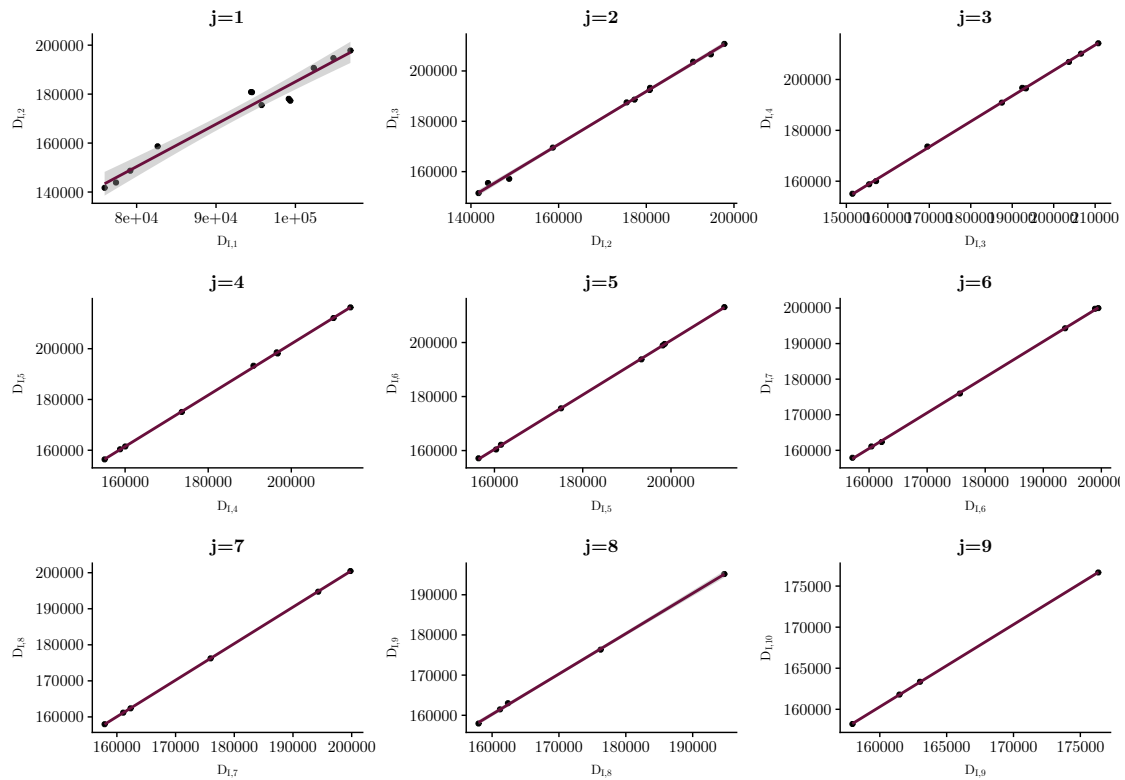


FIGURE 6.1 – Chain Ladder - Existence des facteurs de développement - Sinistres attritionnels

Au vu de ces résultats, il est considéré qu'un coefficient de passage entre l'année de développement i et $i + 1$ existe.

Indépendance des facteurs de développement

Les facteurs de développement individuels $f_{i,j}$ sont calculés tels que

$$f_{i,j} = \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}}$$

Les calculs montrent que ces coefficients sont proches de 1,25 pour la première année de développement et globalement proches de 1 pour les années de développement suivantes :

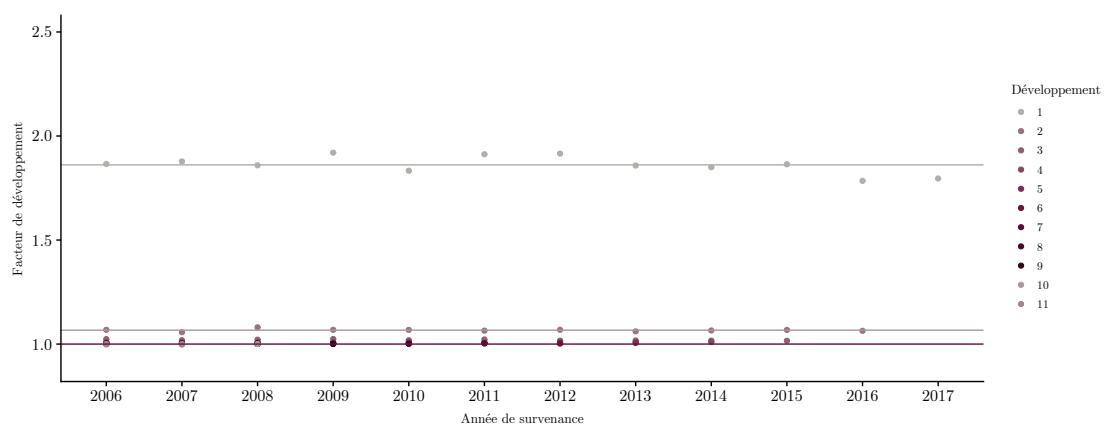


FIGURE 6.2 – Chain Ladder - Indépendance des facteurs de développement - Sinistres attritionnels

Quelque soit l'année de développement, les années de survie se comportent selon la même dynamique : l'hypothèse d'indépendance est acceptée.

3.2 Vérification des hypothèses Chain Ladder : sinistres graves

Les sinistres graves sont quant à eux les sinistres dont le montant est supérieur à 150k€. Le triangle de développement de ces sinistres est présenté dans le tableau suivant :

Année de survenance	Année de développement												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2005	14 539	32 973	35 060	33 844	35 646	35 282	31 506	31 969	35 116	34 987	39 427	38 926	39 320
2006	16 820	43 468	28 971	30 873	30 607	27 268	28 937	29 819	29 182	29 739	29 356	28 648	
2007	10 117	26 513	30 562	30 540	26 745	28 232	30 048	30 095	30 332	30 109	30 939		
2008	12 402	40 146	44 775	40 029	41 526	43 903	44 144	44 666	43 840	42 549			
2009	13 367	31 928	33 226	34 539	37 749	39 097	40 067	40 333	39 652				
2010	16 494	36 103	41 704	45 350	46 319	47 219	46 882	46 813					
2011	13 545	35 573	42 092	44 618	44 786	46 065	45 950						
2012	15 999	41 100	48 652	51 242	50 929	50 821							
2013	13 004	35 235	43 227	47 039	47 533								
2014	8 460	23 392	28 161	29 734									
2015	10 129	29 447	36 342										
2016	10 715	32 416											
2017	12 406												

TABLE 6.2 – Chain Ladder - Triangle de développement - Sinistres graves

Pour les sinistres graves, le montant est plus faible en terme de charge représentant 17 % du règlement total en 2017. De même que pour les sinistres attritionnels, l'hypothèse est vérifiée.

Existence d'un facteur de développement

Le graphique 6.3 permet d'observer une relation linéaire entre l'année de développement i et $i + 1$:

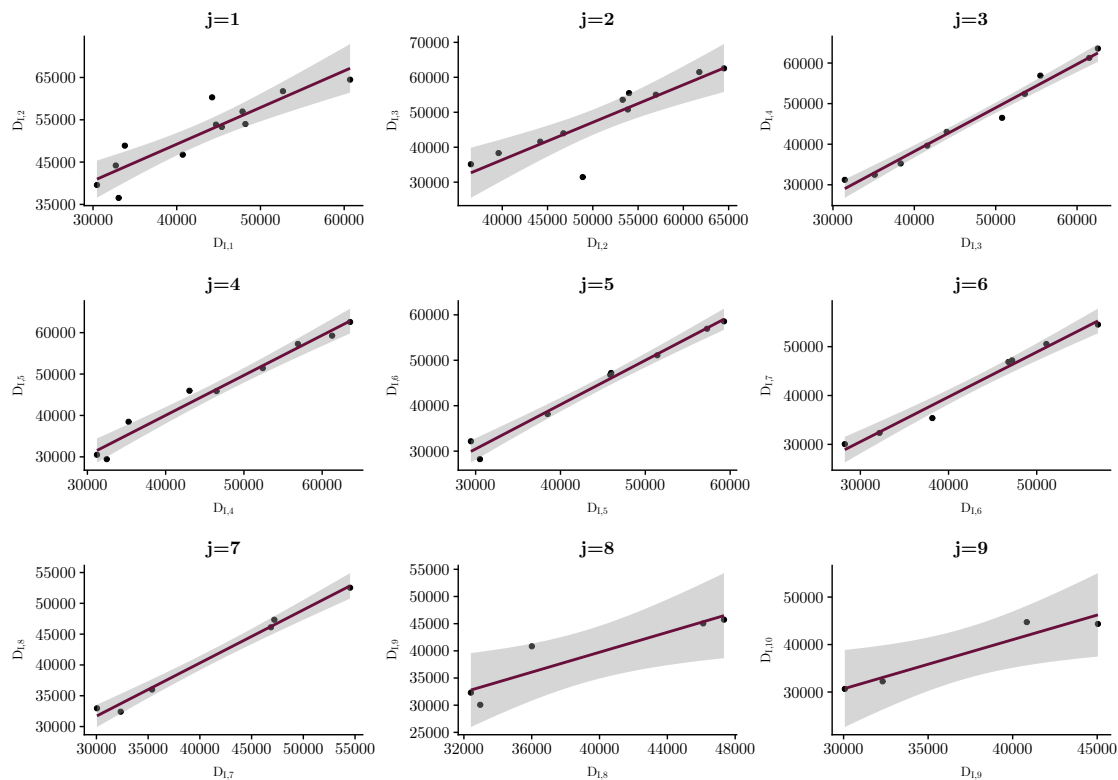


FIGURE 6.3 – Chain Ladder - Existence des facteurs de développement - Sinistres graves

Les résultats sont cohérents avec l'hypothèse de l'existence d'un facteur de développement.

Indépendance des facteurs de développement

La volatilité plus forte que pour les sinistres attritionnels est visible pour ce type de sinistre :

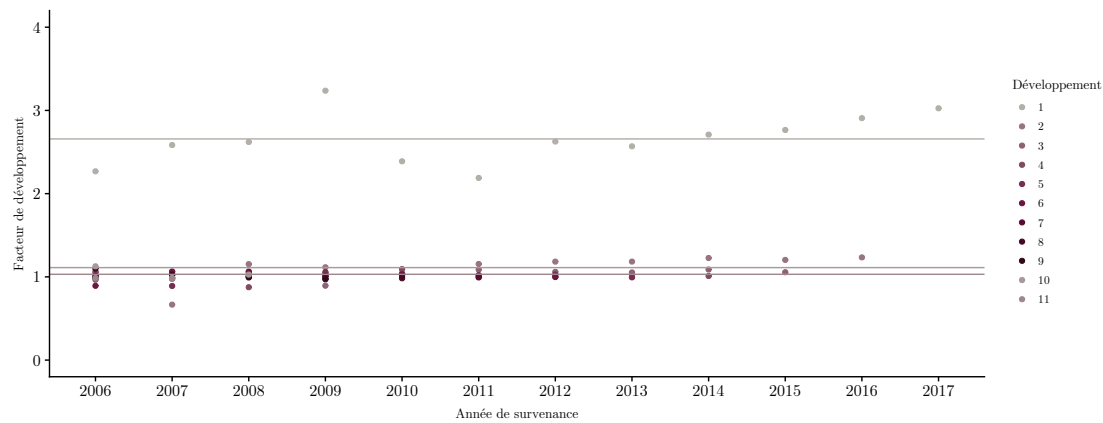


FIGURE 6.4 – Chain Ladder - Indépendance des facteurs de développement - Sinistres graves

Les coefficients sont alignés en fonction des années de développement. Il est donc supposé que les facteurs de développement sont indépendants.

Facteurs de développement Chain Ladder

Les hypothèses de Chain Ladder étant vérifiées, les coefficients de passage f_i peuvent alors être déterminés de façon empirique. Ces estimations sont présentées dans le tableau suivant :

		Année de développement											
Attritionnels	Coefficients CL	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Coefficients CL	124,0%	99,7%	99,9%	100,2%	99,9%	100,1%	99,9%	100,1%	100,0%	99,9%	100,0%	100,0%
Graves	Coefficients CL	120,6%	94,5%	97,5%	99,6%	100,3%	98,8%	100,4%	99,6%	102,5%	101,0%	98,3%	99,0%

TABLE 6.3 – Chain Ladder - Coefficients de passage

Ces coefficients sont à appliquer sur le triangle de règlement, donnant une estimation de la charge à l'ultime.

Estimation des futurs *cash flows*

La charge à l'ultime est obtenue en appliquant les coefficients Chain Ladder sur le triangle de règlement. Par construction, la réserve totale est définie par différence entre la charge ultime et les règlements :

$$Reserves = Charges\ ultimes - Reglements$$

et les futurs *cash flows* sont estimés :

Clôture													
Sinistres attritionnels	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Survenance courante	99 878	87 415	13 870	5 070	2 983	1 623	1 394	943	882	846	103	421	298
Survenances antérieures	98 669	37 475	21 793	15 037	10 613	7 741	5 391	3 759	2 387	1 183	850	334	-
Total	198 547	124 890	35 664	20 106	13 596	9 364	6 785	4 702	3 269	2 029	953	755	298
Sinistres graves	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Survenance courante	12 406	20 422	3 476	1 319	585	596	204	487	375	(231)	2 114	(674)	465
Survenances antérieures	28 914	11 287	6 855	5 826	4 457	3 920	3 437	1 867	2 104	1 860	(166)	472	-
Total	41 321	31 709	10 330	7 145	5 041	4 516	3 641	2 355	2 479	1 628	1 949	(202)	465
Total des sinistres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Survenance courante	112 285	107 837	17 346	6 388	3 567	2 219	1 598	1 430	1 257	614	2 217	(253)	764
Survenances antérieures	127 584	48 762	28 648	20 863	15 070	11 661	8 828	5 626	4 491	3 043	684	806	-
Total	239 868	156 599	45 994	27 251	18 637	13 880	10 426	7 056	5 748	3 657	2 901	553	764

TABLE 6.4 – Provisionnement - Futurs *cash flows*

La réserve non-discomptée est alors de :

	Attritionnels	Graves	Total
Provision de clôture 2017	222 410	71 056	293 466

TABLE 6.5 – Provisionnement - Provisions de clôture 2017

Le *Current Estimate* est l'actualisation des flux du tableau 6.4 avec la courbe d'actualisation IFRS 17. L'impact de l'actualisation sur les réserves est présentée dans le tableau 6.5.

	Non discomptée	Actualisation IFRS 17	Actualisation S2
Norme	IFRS 4	IFRS 17	Solvabilité 2
Réserve	293 466	291 852	292 694
Impact de l'actualisation	0,00%	-0,55%	-0,26%

FIGURE 6.5 – Provisionnement - Impact de l'actualisation

La provision IFRS 4 est la réserve à l'ultime non-discomptées. L'actualisation Solvabilité 2 a un impact de 26 bp sur la provision, et l'actualisation IFRS 17 a un impact de 55 bp.

Il intéressant de noter qu'une hausse de 10 bp sur la courbe de taux de l'EIOPA (pour donner la courbe de taux IFRS 17), entraine une diminution de 29bp du *Best Estimate* (pour donner le *Current Estimate*).

4 Ajustement pour risque : méthode du coût du capital (CoC)

La première méthode qui a été implémentée est la méthode par coût du capital. La méthode, reprise du règlement délégué et présentée en section 2.6, consiste à projeter le capital requis (SCR sous Solvabilité 2), puis appliquer le coût du capital sur la somme du capital requis. Les formules données pour calculer le SCR_0 nécessitent de connaître les volumes de primes et de réserve à $t = 0$.

Le groupe de contrats étant considéré comme profitable, seul un RA LIC sera calculé. Dans ce cas, le volume de prime est nul. En effet cette partie du passif correspond seulement aux sinistres déjà survenus.

4.1 Méthode CoC : RA LIC

Le volume de réserve correspond ici à la somme du *Current Estimate* LIC : $V = V_{res} = 293\,466$. Aussi, l'écart type du risque de réserve est donné par le RD : $\sigma = 10\%$. Le SCR_0^{LIC} est alors égal à

$$SCR_0^{LIC} = 3 \times \sigma \times V = 88\,039$$

Le proxy k est égal à $\frac{SCR_0^{LIC}}{V_{res}} = 30\%$. La chronique des SCR^{LIC} projetés et actualisés est alors :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SCR réserve	88 040	41 060	27 262	19 087	13 496	9 332	6 204	4 087	2 363	1 265	395	229

TABLE 6.6 – Méthode CoC - Projection du SCR (en k€)

L'ajustement pour risque à la clôture 2017 calculé selon cette méthode, avec un coût du capital de 6 % est alors de 12 834.

L'évolution du RA en fonction du CoC est représentée par le graphique suivant :

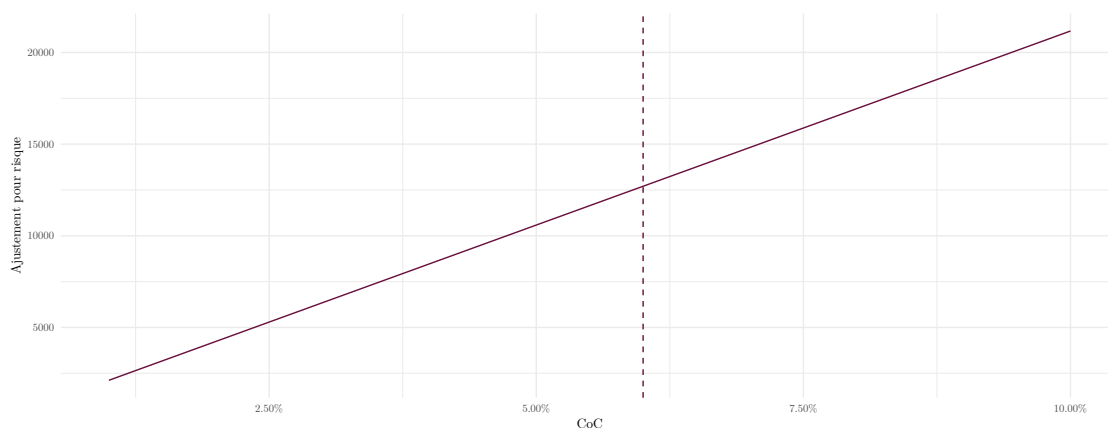


FIGURE 6.6 – Méthode CoC - Ajustement pour risque en fonction du coût du capital

Le RA est alors linéaire en fonction du CoC, représentant 1,4 % du CE de clôture pour $CoC = 2\%$. Aussi, le RA représente 4,4 % du CE de clôture pour $CoC = 6\%$ et 7,2 % du CE de clôture pour $CoC = 10\%$. La liquidation de l'ajustement pour risque suit le même modèle que la projection du SCR, et est présentée sur le graphique 6.7.

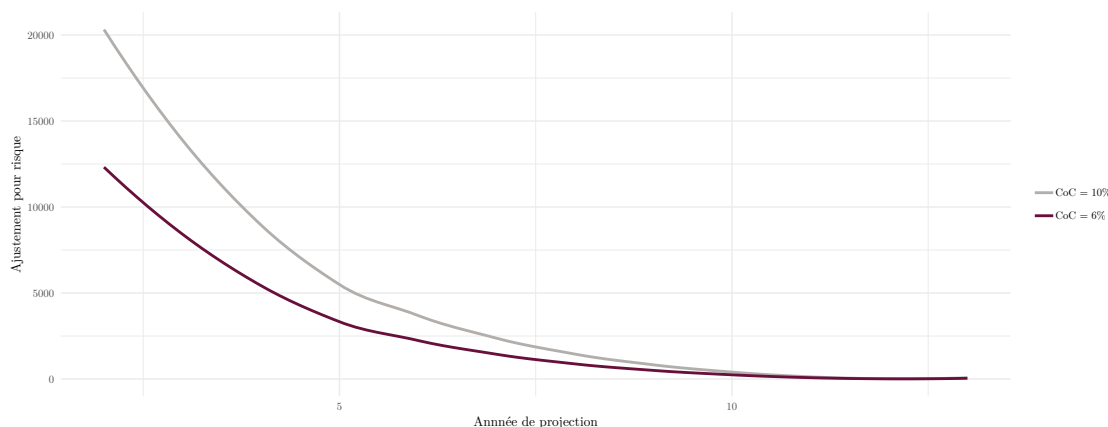


FIGURE 6.7 – Liquidation du RA

5 Balances comptables

Au cours de cette section seront présentées les balances comptables du LIC, du LRC et de l'actif. Ces balances permettront d'alimenter le compte de résultat et le bilan.

5.1 *Liability for Incurred Claims* (LIC)

Le LIC est composé des sinistres survenus lors de l'année courante, et des sinistres survenus lors des années antérieures. Les provisions correspondantes sont projetées jusqu'à l'extinction de celles-ci.

Le *Current Estimate* LIC correspond à la valeur actualisée des futurs *cash flows* liés aux sinistres déjà survenus. Pour l'année courante, il n'y a pas de sinistres en cours à l'ouverture, le LIC est alors nul. Pour ce qui est de la clôture, les flux à partir de l'année 2 sont pris en compte.

L'ajustement pour risque est calculé ici via la méthode par coût du capital (égal à 6 %) concernant le risque non financier futur.

Année courante

La balance comptable² correspondant au LIC de l'année courante est présentée dans le tableau suivant :

2. La projection complète est fournie en annexe

LIC	1	2	3	4
<i>Current Estimate</i>	-	144 940	100 260	35 136
Ajustement pour risque	-	6 203	3 620	2 414
Ouverture	-	151 143	103 881	37 550
<i>Insurance Finance Expenses (CE)</i>	-	(344)	(273)	(20)
<i>Palements</i>	-	(107 837)	(64 851)	(14 031)
<i>Current Estimate LIC</i>	144 940	63 501	-	-
<i>Insurance Finance Expenses (RA)</i>	-	(8)	(5)	(1)
<i>Variation du RA</i>	-	(2 575)	(1 201)	(797)
<i>Ajustement pour risque LIC</i>	6 203	-	-	-
<i>Current Estimate</i>	144 940	100 260	35 136	21 085
Ajustement pour risque	6 203	3 620	2 414	1 616
Clôture	151 143	103 881	37 550	22 701

TABLE 6.7 – Méthode CoC - Balance du LIC - Année courante

L'*Insurance Finance Expenses* (IFE) correspond principalement à l'effet, ou au changement, de l'actualisation résultant de l'écoulement du temps. Il est affecté d'une part par l'*unwind* et par les changements d'hypothèse sur les courbes de taux d'autre part. L'*unwind* correspond à la désactualisation du paiement de l'année (CE et RA), avec le taux vu à l'ouverture. L'IFE impacte différemment le résultat selon si l'option OCI est choisie ou non :

- si option OCI : l'entité souhaite lisser le résultat afin qu'il ne soit pas impacté par un changement brutal de la courbe des taux courante. Dans ce cas, les courbes de taux sont fixées à l'origine³ afin de ne pas exposer le résultat à une variation des taux. Pour compenser cela, la quantité OCI (au bilan) sera égale à l'écart d'actualisation entre la courbe des taux courante et la courbe des taux à l'origine.
- si pas d'option OCI : le résultat sera directement impacté dans le cas d'une variation de la courbe des taux courante. Le résultat sera alors soumis à un risque financier lié à la courbe des taux.

Années antérieures

La balance comptable correspondant au LIC des années antérieures est présentée dans le tableau suivant :

LIC	1	2	3	4
<i>Current Estimate</i>	274 903	146 912	97 945	69 256
Ajustement pour risque	9 517	6 631	3 857	2 566
Ouverture	284 420	153 543	101 802	71 822
<i>Insurance Finance Expenses (CE)</i>	(407)	(206)	(42)	91
<i>Palements</i>	(127 584)	(48 762)	(28 648)	(20 863)
<i>Current Estimate LIC</i>	-	-	-	-
<i>Insurance Finance Expenses (RA)</i>	(9)	(12)	(2)	4
<i>Variation du RA</i>	(2 877)	(2 763)	(1 289)	(856)
<i>Ajustement pour risque LIC</i>	-	-	-	-
<i>Current Estimate</i>	146 912	97 945	69 256	48 483
Ajustement pour risque	6 631	3 857	2 566	1 714
Clôture	153 543	101 802	71 822	50 198

TABLE 6.8 – Méthode CoC - Balance du LIC - Années antérieures

La provision CE de clôture correspond alors à la partie du CE (donnée dans le tableau 6.5) relative aux sinistres des années antérieures. Les paiements correspondent aux sinistres réglés dans l'année, l'IFE est alors la désactualisation de ce flux.

3. Courbe des taux vue à la survenance des sinistres : il y aura autant de courbe de taux que d'années de survenance.

Total

La balance totale résulte de la somme de la balance de l'année courante et des années antérieures :

	1	2	3	4
LIC				
<i>Current Estimate</i>	274 903	291 852	198 205	104 391
Ajustement pour risque	8 869	12 834	7 477	4 981
Ouverture	283 772	304 687	205 682	109 372
<i>Insurance Finance Expenses (CE)</i>	(407)	(550)	(315)	70
<i>Paielements</i>	(127 584)	(156 599)	(93 499)	(34 894)
<i>Current Estimate LIC</i>	144 940	63 501	-	-
<i>Insurance Finance Expenses (RA)</i>	(9)	(20)	(7)	3
<i>Variation du RA</i>	(2 229)	(5 337)	(2 489)	(1 653)
<i>Ajustement pour risque LIC</i>	6 203	-	-	-
<i>Current Estimate</i>	291 852	198 205	104 391	69 568
Ajustement pour risque	12 834	7 477	4 981	3 331
Clôture	304 687	205 682	109 372	72 899

TABLE 6.9 – Méthode CoC - Balance du LIC totale

Le *Current Estimate* de clôture est alors expliqué avec ce déroulement de provision, et peut s'exprimer comme :

$$CE_{cloture} = CE_{ouverture} - IFE_{CE} - Paielements + PVFCF_{CE}^*$$

où $PVFCF_{CE}^*$ est la valeur actuelle des futurs *cash flows* pour les sinistres survenus dans la période. Dans la présentation du tableau 6.9, c'est la ligne *Current Estimate LIC*, et cela prend en compte aussi la variation du CE liée au changement d'hypothèse sur la sinistralité (*boni mali*). Ce montant correspond à la provision CE donnée dans le tableau 6.5.

De la même manière, l'ajustement pour risque à la clôture peut se déduire tel que :

$$RA_{cloture} = RA_{ouverture} - IFE_{RA} - Variation_{RA} + PVFCF_{RA}^*$$

La $Variation_{RA}$ prend en compte la diminution du risque lié aux sinistres des années antérieures, et l'apparition de nouveaux risques liés aux sinistres survenus lors de l'année courante.

5.2 LRC

Le groupe de contrats étant profitable, le LRC correspond aux primes liées à l'engagement futur. A la clôture, le LRC est égal aux Primes Non Acquises. Les frais d'acquisition sont payés dès la première année, et par application du paragraphe 59(a) de la norme, la totalité de ces frais est amortie la première année.

Les primes surviennent en début de période, le LRC d'ouverture est alors égal à 612M€.

	1	2	3	4
LRC				
Ouverture	612 202	186 793	-	-
Primes recues	-	-	-	-
Primes amorties	(425 409)	(186 793)	-	-
Frais d'acquisition payés	(65 006)	-	-	-
Amortissement des frais d'acquisition	65 006	-	-	-
Composante de perte	-	-	-	-
Clôture	186 793	-	-	-

TABLE 6.10 – Méthode CoC - Balance du LRC

5.3 Actif

L'actif évolue à partir des primes émises, des frais payés, des sinistres payés et des revenus financiers. Il a été émis l'hypothèse selon laquelle le rendement financier est égal à 2 %.

De la même manière que pour l'établissement des balances comptables, une distinction entre l'année courante et les années antérieures est faite comme montré ⁴ dans le tableau 6.11 :

	1	2	3	4
Actifs				
Ouverture	1 195 974	821 422	586 542	497 751
Primes émises	-	-	-	-
Frais	(149 231)	(44 397)	(6 885)	(2 569)
<i>Frais d'acquisition</i>	(65 006)	-	-	-
<i>Frais d'administration</i>	(34 657)	(15 217)	-	-
<i>Frais Généraux</i>	(31 906)	(14 009)	-	-
<i>FGS</i>	(17 662)	(15 170)	(6 885)	(2 569)
Paievements des sinistres	(239 868)	(206 024)	(93 499)	(34 894)
Revenus financiers	14 547	15 541	11 593	9 904
Clôture	821 422	586 542	497 751	470 192

TABLE 6.11 – Méthode CoC - Analyse de mouvements de l'actif

Il a été émis l'hypothèse que les primes ont été payées en début de période, elles sont alors comptabilisées à l'actif d'ouverture. Le paiement des sinistres se modélise par le décaissement du montant équivalent à l'actif.

6 Compte de résultat

6.1 Résultat d'assurance

Le résultat d'assurance correspond uniquement à l'activité d'assurance. Sous IFRS 17, les frais sont scindés en deux : les frais attribuables au contrat et les frais non attribuables. Dans ce mémoire, les frais attribuables sont composés :

- des frais d'acquisition (10,62 % des primes émises) ;
- des frais d'administration (8,15 % des primes acquises dans l'année) ;
- des frais de gestion de sinistres (7,36 % des sinistres payés dans l'année).

Les frais non-attribuables sont quant à eux les frais généraux ⁵.

Le revenu d'assurance correspond aux primes acquises dans l'année.

Le service d'assurance est composé "des sinistres payés et des autres frais de service" (variation des provisions, versement des prestations, les boni-mali, variation de l'ajustement pour risque) et des frais attribuables.

Tous les contrats étant profitables, la composante de perte est nulle.

Le compte de résultat d'assurance est présenté dans le tableau 6.12.

4. La projection totale est disponible en annexe

5. Frais d'électricité, de logement, de services extérieurs ...

	1	2	3	4
Variation du LRC (PAA)	425 409	186 793	-	-
Revenu d'assurance	425 409	186 793	-	-
Sinistres en cours et autres frais de service	(261 199)	(107 589)	2 489	1 653
Variation du CE	(257 225)	(112 927)	-	-
Sinistres en cours	(257 225)	(112 927)	-	-
Boni-mali	-	-	-	-
Variation du RA	(3 974)	5 337	2 489	1 653
Frais attribuables	(117 325)	(30 388)	(6 885)	(2 569)
Frais d'acquisition	(65 006)	-	-	-
Frais d'administration	(34 657)	(15 217)	-	-
FGS	(17 662)	(15 170)	(6 885)	(2 569)
Service d'assurance	(378 524)	(137 977)	(4 395)	(917)
Composante de perte	-	-	-	-
Résultat d'assurance	46 886	48 816	(4 395)	(917)

TABLE 6.12 – Méthode CoC - Résultat d'assurance

Le résultat à la clôture de la première année de projection est de 46,886M, et le résultat prospectif pour la deuxième année de projection est de 48,816M.

Le revenu d'assurance correspond à la variation du LRC (dans le cas profitable).

La *variation du CE* se compose des *sinistres en cours* et des *boni mali*. Les sinistres en cours se composent des sinistres payés dans l'année et de la variation du CE LIC.

Dans le cas de cette étude, le ratio⁶ $\frac{S}{P}$ est de 60 % pour les deux premières années comptables.

Les boni-mali correspondent à l'erreur d'estimation de la provision *a posteriori*. En IFRS 17, cela correspond à l'impact sur le CE d'un changement d'hypothèse sur la sinistralité. Par hypothèses, les boni-mali sont nuls.

La variation du RA de 3,9M€ est portée, la première année, par :

- une dotation de 6,2M€ du RA au titre de l'année courante,
- une diminution de 2,3M€ du RA au titre des survenances antérieures.

A partir de l'année 2, le relâchement du RA compte comme un produit dans le résultat.

6.2 Résultat technique

Le résultat technique est égal au résultat d'assurance, auquel ont été soustraits les frais non-attribuables. Dans cette étude, ces frais sont uniquement les frais généraux et donc proportionnels aux primes acquises dans l'année comme défini dans la section 1.1. Les primes acquises la première année représentent près de 70 % des primes émises, le résultat technique de première année est donc plus impacté :

	1	2	3	4
Résultat technique				
Frais non-attribuable	(31 906)	(14 009)	-	-
Frais Généraux	(31 906)	(14 009)	-	-
Résultat technique	14 980	34 807	(4 395)	(917)

TABLE 6.13 – Méthode CoC - Résultat technique - Cas central

6.3 Résultat financier

Le résultat financier, tel que considéré au sein de l'outil implémenté, a été modélisé de la façon suivante :

6. Ratio *sinistres/primes*, où *sinistres* correspondent aux sinistres payés + la provision.

	1	2	3	4
Résultat financier				
Variation juste valeur (actif)	14 547	15 541	11 593	9 904
<i>Insurance finance expenses</i>	416	569	322	(73)
Résultat financier	14 963	16 110	11 915	9 831

TABLE 6.14 – Méthode CoC - Résultat financier - Cas central

La variation en juste valeur est le rendement financier tel que :

$$\text{Variation en juste valeur} = (\text{Actif}_{\text{Ouverture}} + \text{Primes Emises} - \text{Frais}) \times 2 \%$$

Bien qu'étant une charge, il convient de noter que dans un environnement économique présentant des taux négatifs, l'*Insurance Finance Expenses* augmente le résultat financier au cours des trois premières années de projection.

6.4 Résultat

Le résultat total du cas central est présenté dans le tableau ci-après :

	1	2	3	4
Résultat	29 943	50 917	7 520	8 914

TABLE 6.15 – Résultat - Cas central

Le résultat présenté dans le tableau 6.15 correspond à la somme du résultat technique et du résultat financier.

Comme il a été remarqué ci-dessus, le résultat de première année est impacté principalement par les frais d'acquisition d'une part, et des frais généraux plus importants d'autre part.

Il est alors à noter que l'hypothèse sur les frais d'acquisition impacte fortement le résultat d'assurance de première année et donc, le résultat total. Une hypothèse de lissage des frais d'acquisition sur les deux premières années⁷ aurait pu être envisagée pour diminuer l'impact sur le résultat de première année. Mécaniquement, cette hypothèse aurait en revanche diminué le résultat de deuxième année.

Aussi, il a été vu que les frais généraux étaient importants la première année de projection, ce qui impacte aussi le résultat total.

7 Indicateurs retenus

L'ajustement pour risque sera étudié sur deux indicateurs.

La norme IFRS 17 est à destination des investisseurs, et le résultat est un indicateur déterminant pour ce dernier. Il semble alors naturel de choisir le résultat comme indicateur. Seulement, le résultat total comptabilise d'autres paramètres, comme les frais généraux ou la variation en juste valeur de l'actif. Il a finalement été choisi d'étudier le résultat d'assurance.

Aussi, l'impact du RA sera étudié sur les provisions totales IFRS 17.

7. Cette hypothèse revient à amortir les frais d'acquisition en fonction des primes acquises dans l'année.

8 Bilan

Le bilan se déduit des balances comptables présentées dans les tableaux 6.9 et 6.10, et du résultat présenté dans le tableau 6.15.

Par le tableau 6.11, peut être déduit l'actif total évalué en juste valeur :

	1	2	3	4
Actifs				
Juste Valeur par P&L	821 422	586 542	497 751	470 192

TABLE 6.16 – Actif - Cas central

Au passif, à chaque pas de projection, le résultat de l'année précédente est intégré aux fonds propres :

$$FP_{i+1} = FP_i + Resultat_i$$

pour $i > 0$ et $FP_0 = 300M$

	1	2	3	4
Passif				
Fonds propres	329 943	380 859	388 379	397 293
<i>Fonds propres à l'ouverture</i>	<i>300 000</i>	<i>329 943</i>	<i>380 859</i>	<i>388 379</i>
<i>Résultat de l'année en cours</i>	<i>29 943</i>	<i>50 917</i>	<i>7 520</i>	<i>8 914</i>
LRC	186 793	-	-	-
LIC	304 687	205 682	109 372	72 899
<i>CE LIC</i>	<i>291 852</i>	<i>198 205</i>	<i>104 391</i>	<i>69 568</i>
<i>RA LIC</i>	<i>12 834</i>	<i>7 477</i>	<i>4 981</i>	<i>3 331</i>
Passif	821 422	586 542	497 751	470 192

TABLE 6.17 – Passif - Cas central

Les balances 6.10 et 6.9 permettent d'alimenter le passif total.

L'ajustement pour risque représente alors, dans le cas central :

- 4,4 % du *Current Estimate* LIC
- 2,61 % du des provisions totales (LIC + LRC)
- 1,56 % du bilan total

9 Impact du coût du capital sur le résultat d'assurance

Dans cette section, il sera étudié l'impact de l'hypothèse du coût du capital sur le résultat d'assurance. Pour cela, la méthodologie décrite dans la section 4 a été appliquée pour un coût du capital compris entre 1% et 10 %. Le tableau 6.8 présente les résultats d'assurance de la première et la deuxième année de projection.

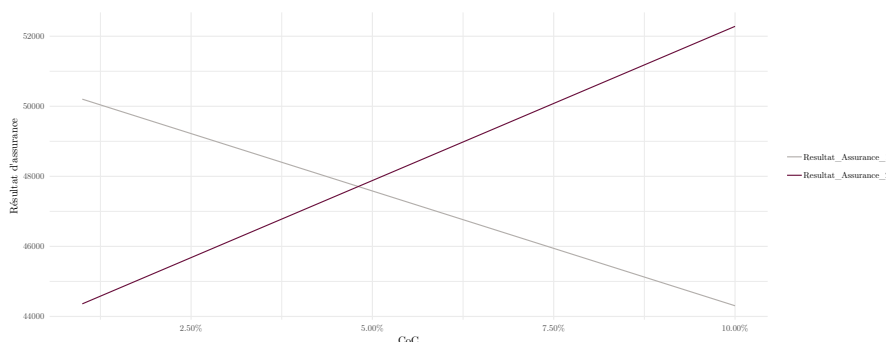


FIGURE 6.8 – Résultat d'assurance en fonction du coût du capital

Le résultat de première année est alors décroissant en fonction du CoC, et donc du RA. Le résultat de deuxième année en quant à lui croissant en fonction du RA. En effet, lorsque la provision RA augmente, le poste *Variation du RA* du compte de résultat diminue.

Cette évolution est vraie pour ces deux années de reporting. Cependant, sur toute la durée de projection, et sous réserve d'avoir fixé l'ajustement pour risque à l'ouverture, le résultat total est identique. En effet, dans ce cas, la provision d'ouverture s'écoule totalement tout au long de la projection, avec un *pattern* différent selon la méthode.

Si l'ajustement pour risque d'ouverture n'est pas fixe et est différent selon la méthode, le résultat sur toute la durée de la projection évolue à la hausse en fonction du RA. En effet, si il est étudié toute la durée de projection, le RA d'ouverture s'écoulera totalement. Si le montant d'ouverture augmente, le résultat sur toute la projection augmente aussi. C'est alors ce que montre le graphique 6.9.

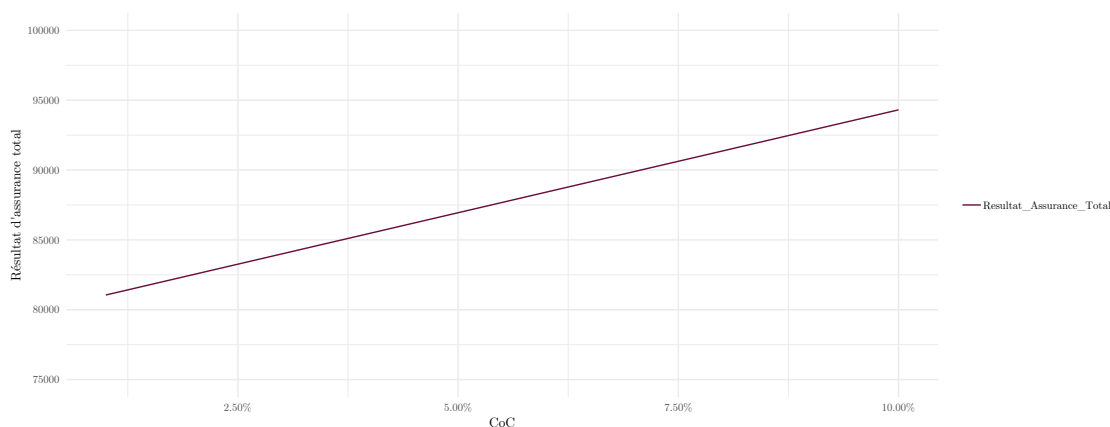


FIGURE 6.9 – Résultat d'assurance en fonction du coût du capital

Cependant, à la transition, un choix élevé concernant le RA impactera à la baisse le résultat d'assurance. Dans le cas d'un tel choix de l'assureur, un travail de communication sera à faire auprès des investisseurs pour expliquer une baisse du résultat.

Aussi, il est à noter qu'une augmentation de 300 points de base du RA par rapport au cas central immobilise 0,09 % de capital en plus.

7 Méthodes par mesures de risque

1 Estimation de la distribution

Une méthode par quantile permet de prendre en compte l'aversion au risque de l'assureur. Cependant une telle approche nécessite un nombre de réalisations suffisamment important afin de couvrir les queues de distribution. Pour ce faire, une approche de type *bootstrap* peut être utilisée.

D'après la méthodologie présentée dans la section 1.2, une approche *bootstrap* Chain Ladder est appliquée sur les triangles de paiements des sinistres attritionnels et des sinistres graves. C'est dans ce cadre que les parties 1.2 et 1.3 ont été présentées.

1.1 Vérification des hypothèses de Mack

Il convient de vérifier les hypothèses du modèle de Mack : les hypothèses du modèle de Chain Ladder étant déjà vérifiées, il reste à montrer que le nuage de point $(C_{i,j}, r_{i,j})$ où $r_{i,j} = \frac{\sqrt{C_{i,j}}(f_{i,j} - f_j)}{\sigma_j}$ présente une structure aléatoire. Le graphique 7.1 présente le nuage de point pour les sinistres attritionnels :

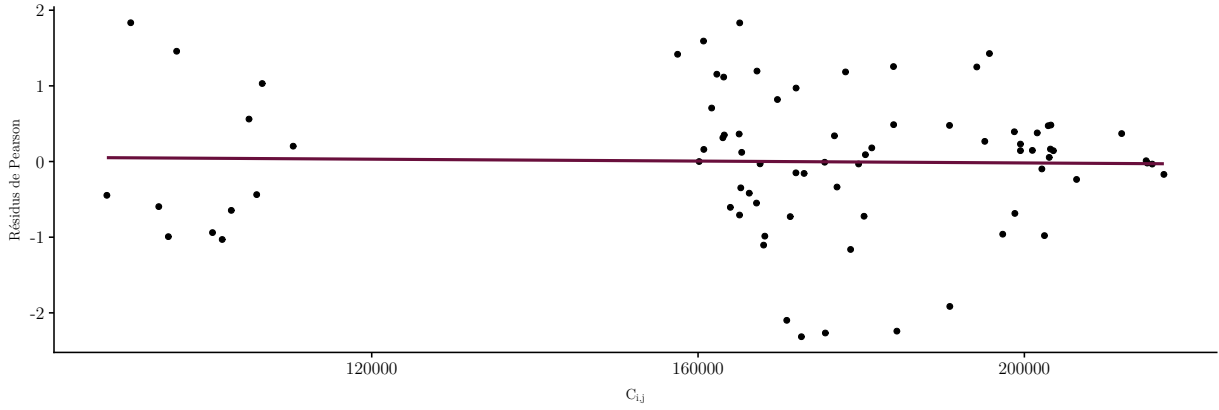


FIGURE 7.1 – Hypothèse aléatoire du modèle de Mack - Sinistres attritionnels

et le graphique 7.2 présente le nuage de point pour les sinistres graves :

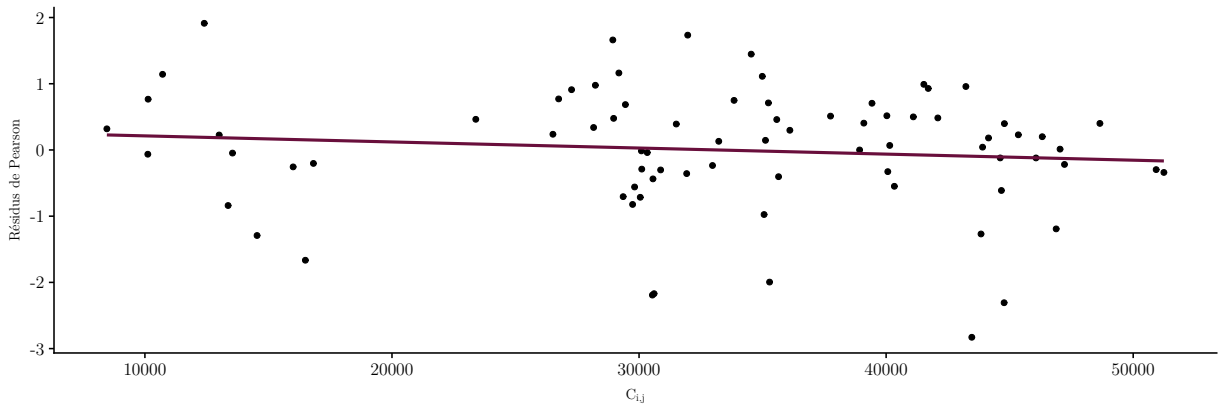
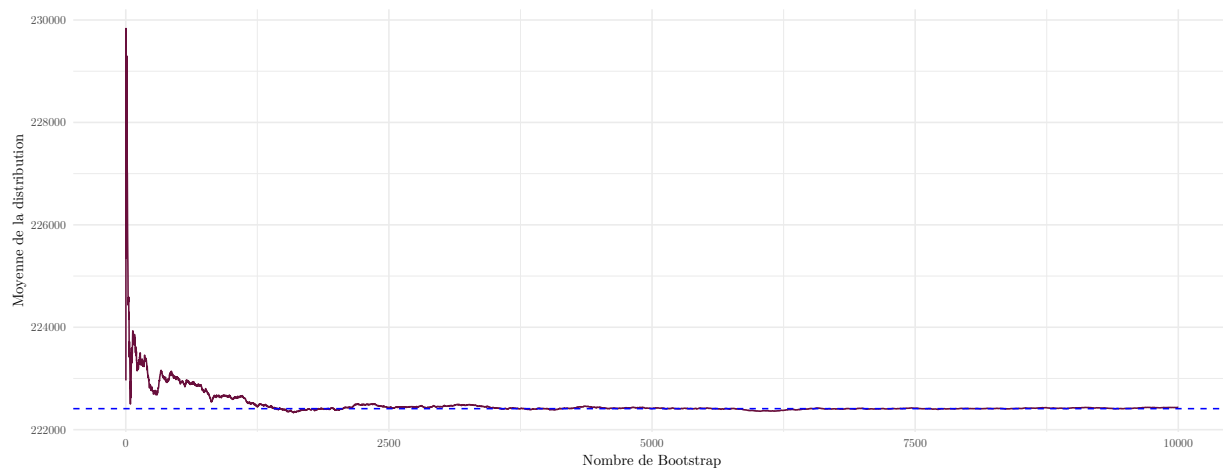


FIGURE 7.2 – Hypothèse aléatoire du modèle de Mack - Sinistres graves

Au vu de ces graphiques, il peut être conclu qu'il n'existe pas de structures non-aléatoire ni de tendance, et que donc, les hypothèses de Mack sont vérifiées.

1.2 Distribution des sinistres attritionnels

Après application de la méthode, le graphique 7.3 vérifie que la moyenne de la distribution obtenue tend vers la provision Chain Ladder estimée.

FIGURE 7.3 – Convergence du *bootstrap* - Sinistres attritionnels

Le nombre de *bootstrap* effectué est de 10000, et semble convenir au vu de l'écart de convergence de 0,01 % entre la moyenne de la distribution et la provision estimée à partir de Chain Ladder. L'écart type de la distribution est de 276, soit 0,12 % en fonction de la moyenne.

La distribution estimée est donnée dans le graphique 7.4

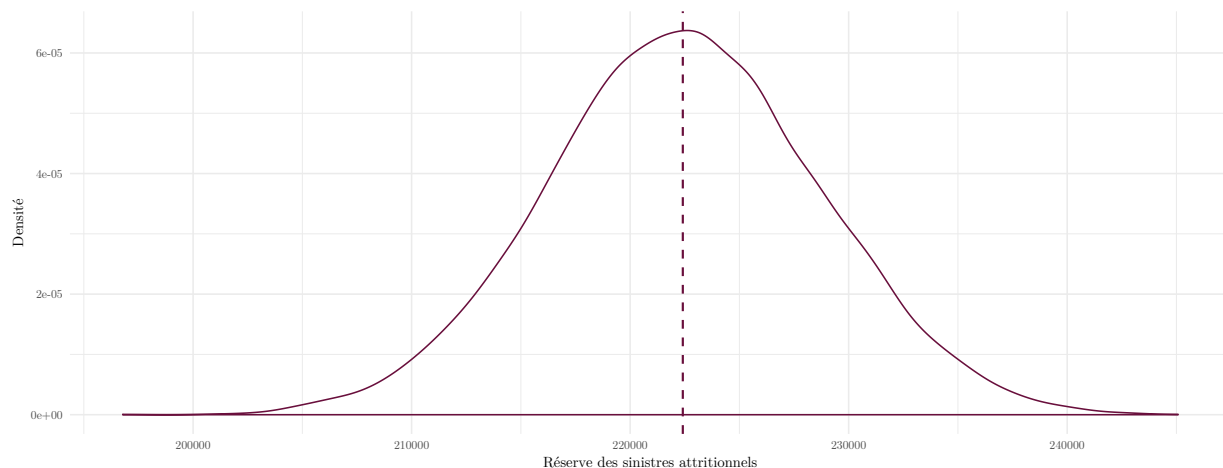
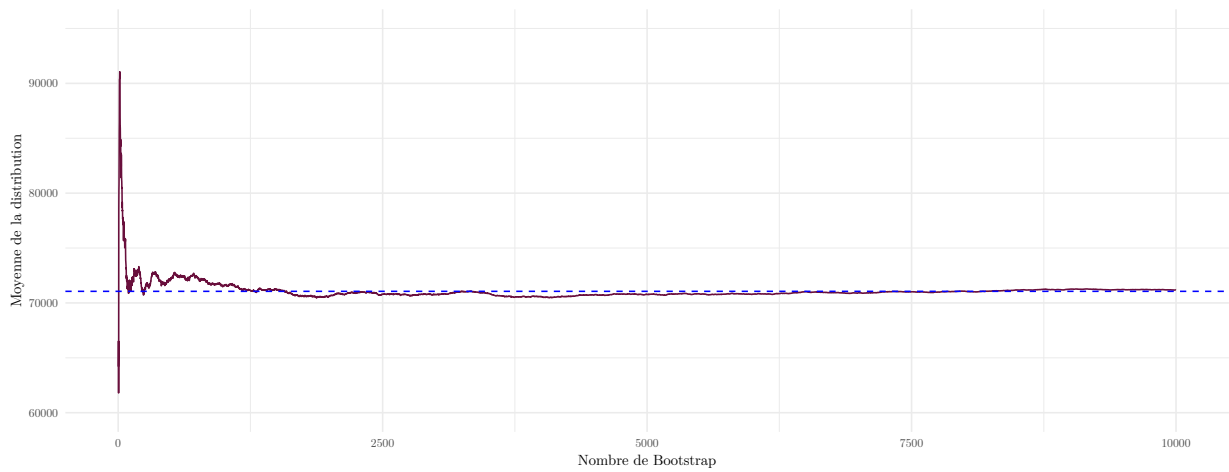


FIGURE 7.4 – Densité de probabilité - Sinistres attritionnels

Il pourrait être remarqué que la distribution semble être une loi normale. Cependant, cela reviendrait à faire une hypothèse sur la distribution sous-jacente. Or, il a été choisi de ne pas faire de telle hypothèse sur la distribution et donc dans cette optique, la méthodologie *bootstrap* est adaptée.

1.3 Distribution des sinistres graves

La vitesse de convergence de la moyenne vers la réserve Chain Ladder des sinistres graves est vérifiée par le graphique 7.5 :

FIGURE 7.5 – Convergence du *bootstrap* - Sinistres graves

L'erreur d'estimation est de 0,16 % entre la moyenne de la distribution et la provision estimée à partir de Chain Ladder. Cela s'explique par une volatilité plus importante que pour les sinistres attritionnels. En effet, l'écart type de la distribution est de 1017, soit 1,4 % en fonction de la moyenne.

La distribution des sinistres graves est alors la suivante :

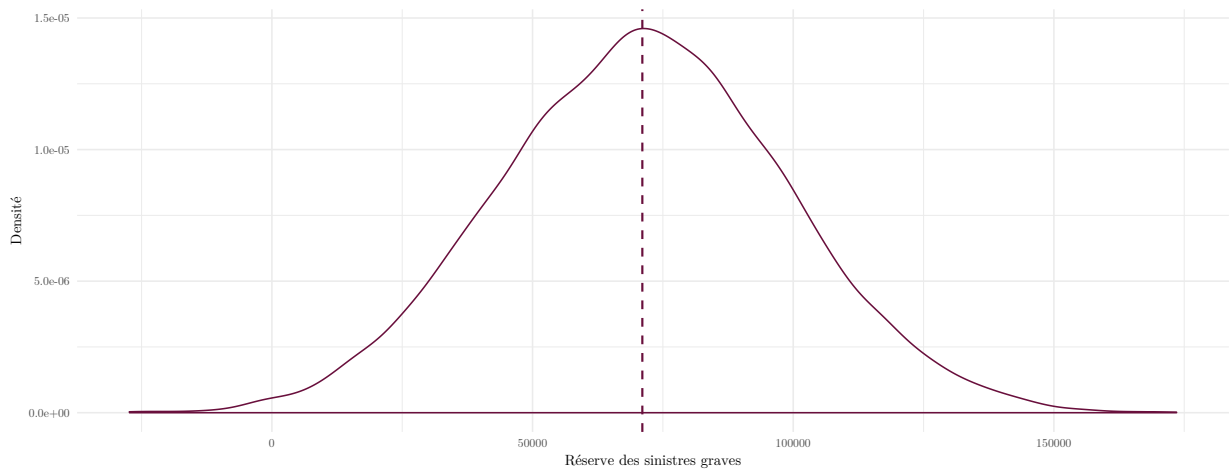


FIGURE 7.6 – Densité de probabilité - Sinistres graves

L'ajustement pour risque sera estimé sur la somme des deux distributions, afin de prendre en compte l'effet de diversification entre les deux types de sinistres.

1.4 Étude du risque

Les distributions présentées ci-dessous représentent la variabilité des prestations selon l'année de développement. En effet la méthodologie *bootstrap* a permis d'avoir l'information de cette variabilité au sein du triangle, pour chaque année de développement comme le montre le graphique 7.7.

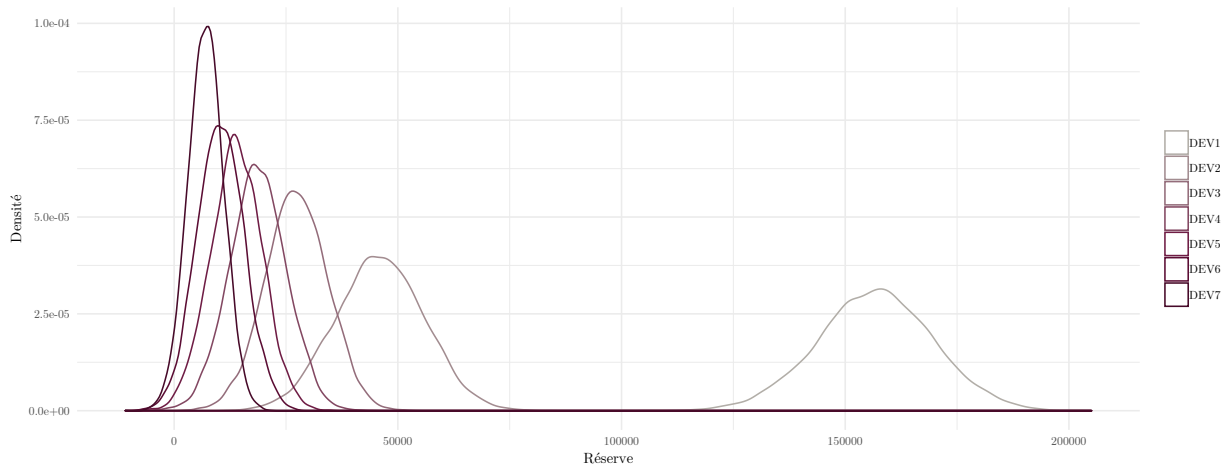


FIGURE 7.7 – Densité de probabilité en fonction de l'année de développement

Au vu du graphique 7.7, les réserves semblent décroître vers 0 et la volatilité diminuer.

Il serait intéressant, en pratique, que l'ajustement pour risque soit proportionnel au *Current Estimate*. En effet, dans ce cas, il suffirait de calibrer une seule fois le RA pour toute la projection. Dans l'optique de vérifier si cette hypothèse est réaliste, le ratio $\frac{\text{Volatilité}}{\text{Moyenne}}$ en fonction de la date de reporting a été étudié dans le graphique 7.8.

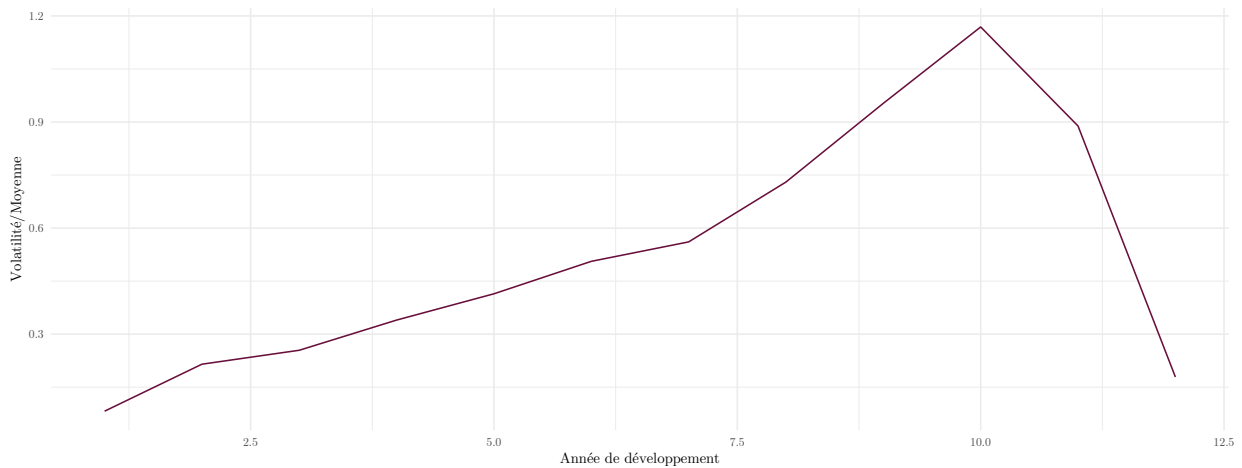


FIGURE 7.8 – Évolution du ratio Volatilité/Moyenne

Le ratio risque/moyenne n'est pas stable, et il est difficile de vérifier l'hypothèse de proportionnalité du RA par rapport au CE au cours du temps. Une étude pourrait être faite sur la matérialité d'une telle hypothèse, mais dans la suite de cette étude, l'écoulement de l'ajustement pour risque sera établi proportionnellement aux quantiles par année de développement.

Une méthode par coverage unit a donc été mise en place pour la reconnaissance de l'ajustement pour risque. Pour chaque i , CU_i est égal au quantile par année de développement. Soit $Relachement_i$, la proportion de RA relâchée au cours de l'année i , tel que :

$$Relachement_i = \frac{CU_i}{\sum_{j \geq i}^N CU_j}$$

Finalement, $RA_i = RA_{i-1} \times Relachement_i$.

Cette méthode donne donc des résultats différents selon la méthode utilisée pour estimer l'ajustement pour risque.

2 Value At Risk

2.1 Appétit au risque

Par cette méthode, l'appétit doit être définie. Pour cela, il est possible de raisonner par "seuil de confiance", ou bien par "période de retour". Une correspondance est établie entre les deux notions dans le tableau 7.1.

Seuil de confiance	50,0%	55,0%	60,0%	65,0%	70,0%	75,0%	80,0%	85,0%	90,0%	95,0%	99,0%	99,5%
Période de retour	2,0	2,2	2,5	2,9	3,3	4,0	5,0	6,7	10,0	20,0	100,0	200,0

TABLE 7.1 – Équivalence : période de retour et seuil de confiance

La période de retour p s'interprète comme "une fois sur p , le *Current Estimate* n'est pas suffisant pour faire face aux engagements. Dans la suite, ce sera la notion de seuil de confiance qui sera utilisé.

2.2 RA LIC

Les sinistres étant segmentés en sinistres attritionnels (distribution notée A) et sinistres graves (distribution notée G), l'ajustement pour risque peut s'estimer soit par $Var(A+G)$, soit par $Var(A)+Var(G)$. La différence de ces deux quantités peut être appelée "effet de diversification". Les deux méthodes ont été appliquées et les résultats sont présentés dans le tableau 7.2. L'ajustement pour risque est ici actualisé à partir de la courbe de taux du cas central.

Seuil de confiance	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
$Var(A) + Var(G)$	5 268	10 639	16 285	21 830	28 025	35 237	43 653	54 375	69 531	97 932
$Var(A + G)$	4 930	9 756	14 876	20 094	25 893	32 191	40 011	49 568	63 796	90 436
Effet de diversification	-6%	-8%	-9%	-8%	-8%	-9%	-8%	-9%	-8%	-8%
Current Estimate	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852
RA/CE	1,69%	3,34%	5,10%	6,88%	8,87%	11,03%	13,71%	16,98%	21,86%	30,99%
RA/(CE+LRC)	1,03%	2,04%	3,11%	4,20%	5,41%	6,73%	8,36%	10,36%	13,33%	18,89%

TABLE 7.2 – Ajustement pour risque : méthode VaR

L'effet de diversification entre les sinistres attritionnels et graves est d'environ 8 %. La norme IFRS 17 spécifie dans le paragraphe B88 que l'ajustement pour risque prend en compte l'effet de diversification, c'est alors la quantité $Var(A + G)$ qui est prise en compte.

A la clôture de la première année, l'ajustement pour risque a été mis au regard du *Current Estimate* et ce ratio évolue de 1,69 % à 30,99 % en fonction du seuil de confiance. Plus l'entité est prudente, plus le RA est important face au CE.

Le quantile équivalent à la méthode coût du capital du cas central est de 63 %. La sensibilité du RA au seuil de confiance par cette méthode est présenté de le tableau 7.3.

Seuil de confiance	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
+1% sur le seuil de confiance (impact absolu)	1 053	1 177	1 085	1 270	1 531	1 571	1 727	2 548	4 572	Inf
+1% sur le seuil de confiance (impact relatif)	21%	12%	7%	6%	6%	5%	4%	5%	7%	Inf

TABLE 7.3 – Sensibilité de RA au seuil de confiance

Le tableau 7.3 correspond, pour un seuil donné, à l'impact de +1 % du seuil de confiance sur le RA. Par exemple, pour la VaR à 75 %, le RA est de 28M. Une augmentation du seuil de confiance de 100 points de base, le portant à 76 %, correspond à un RA de 29,56M. Alors, pour un seuil de confiance à 75 %, une augmentation de 100 bp à un impact de 1,5M soit 6 %. Le RA par une approche VaR est alors sensible au seuil de confiance.

L'impact sur le résultat d'assurance de la première et la deuxième année de projection est estimé et les résultats sont présentés dans le tableau 7.9.

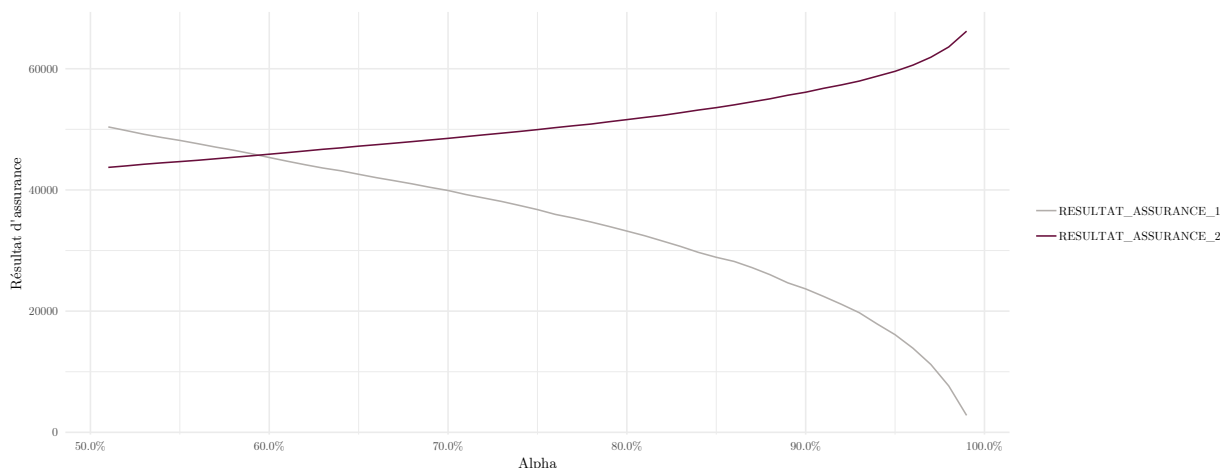


FIGURE 7.9 – Impact du seuil de confiance sur le résultat d'assurance

Le résultat d'assurance de première année est alors décroissant en fonction du seuil de confiance, et un décrochage a lieu à partir d'un seuil de confiance égal à 85 %. Cette décroissance est compensée par le résultat d'assurance de deuxième année.

3 Tail Value At Risk

La *Tail Value At Risk* représente le montant moyen de sinistres qu'il y a supérieur à la *Value At Risk*. Cette mesure de risque, prudente, entraînera alors une hausse de l'ajustement pour risque.

Seuil de confiance	15%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
TVaR(A) + TVaR(G)	13 975	40 747	44 638	48 905	53 710	59 239	65 868	74 448	87 557	114 603
TVaR(A + G)	12 834	37 422	41 016	44 950	49 350	54 438	60 577	68 626	81 070	106 067
Effet de diversification	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-7%	-7%
Current Estimate	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852
RA/CE	4,40%	12,82%	14,05%	15,40%	16,91%	18,65%	20,76%	23,51%	27,78%	36,34%
RA/(CE+LRC)	2,68%	7,82%	8,57%	9,39%	10,31%	11,37%	12,66%	14,34%	16,94%	22,16%

TABLE 7.4 – Impact du seuil de confiance sur le résultat d'assurance

La méthode TVaR conduit à un RA élevé, et le quantile équivalent au cas central est 16 %. L'effet de diversification est équivalent aux autres méthodes, et est de l'ordre de 8 %. Aussi, elle est moins sensible au seuil de confiance que la méthode VaR, avec une sensibilité d'environ 2 % pour une augmentation de 1 % du seuil de confiance :

Seuil de confiance	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
+1% sur le seuil de confiance (impact absolu)	711	756	818	913	1 039	1 219	1 525	2 085	3 999	Inf
+1% sur le seuil de confiance (impact relatif)	6%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	3%	5%	Inf

TABLE 7.5 – Sensibilité de RA au seuil de confiance d'assurance

Le seuil de confiance de 70 % estime l'ajustement pour risque à 16,76 % du *Current Estimate*, ce qui est plus élevé que le cas central.

L'impact de cette méthode sur le résultat d'assurance de première année est donné dans le graphique suivant :

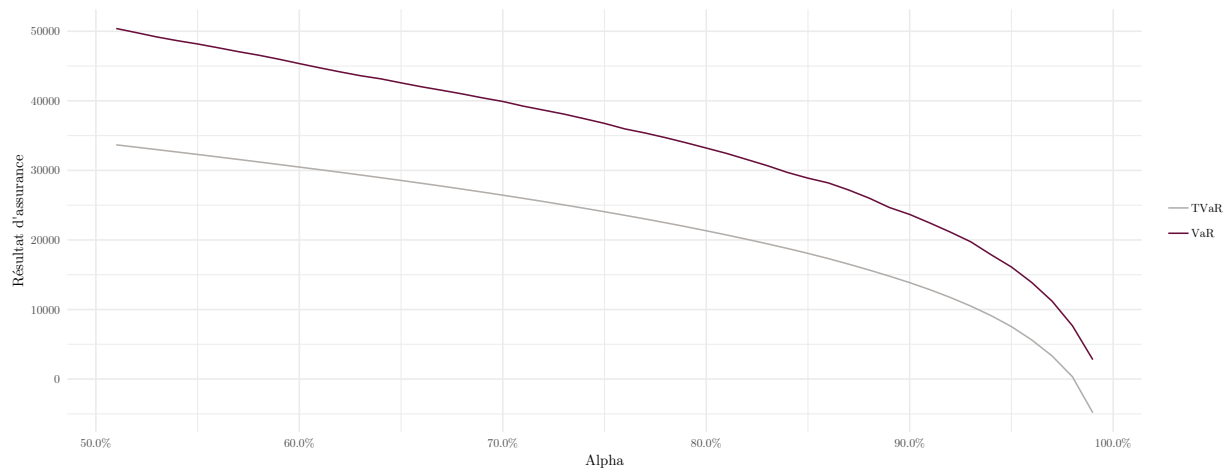
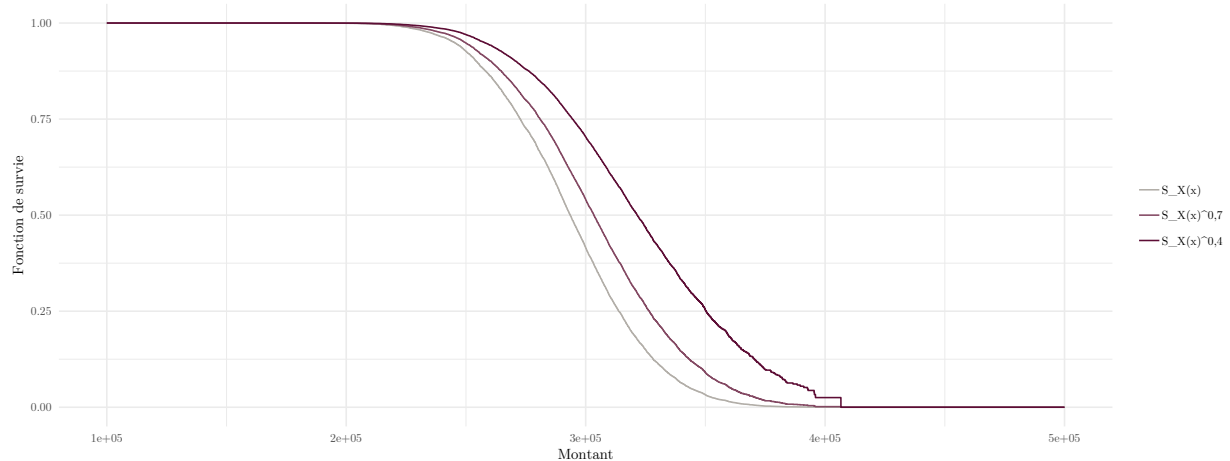


FIGURE 7.10 – Résultat de première année en fonction de la VaR ou TVaR

La TVaR peut être utilisée lorsque le risque est incertain et mal maîtrisé, et que l'entité souhaite être prudente.

4 Proportional Hasard Transform

La *Proportional Hasard Transform* est une méthode de calcul par quantile, qui ne se base pas sur des seuils de confiance, mais sur le coefficient de distorsion r . Cette méthode permet d'alourdir la queue de distribution de base, afin d'ajouter une couche de prudence. Le graphique 7.11 montre l'effet de la PHT sur la queue de distribution, pour $r = 0,4$ et $r = 0,7$.

FIGURE 7.11 – Fonction de survie pour $r = 0,4$ et $r = 0,7$ - méthode PHT

Il est alors visible que plus r est petit, plus la distribution s'élargit. Cela conduit à un ajustement pour risque décroissant en fonction de r , comme le montre le tableau 7.6.

Seuil de confiance	1%	6%	11%	16%	21%	26%	31%	36%	41%	96%
PHT(A) + PHT(G)	120 012	99 664	84 146	72 084	62 540	54 858	48 569	43 344	38 947	13 898
PHT(A + G)	110 759	92 030	77 725	66 598	57 781	50 680	44 865	40 034	35 966	12 834
Effet de diversification	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%	-8%
Current Estimate	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852	291 852
RA/CE	37,95%	31,53%	26,63%	22,82%	19,80%	17,36%	15,37%	13,72%	12,32%	4,40%

TABLE 7.6 – Méthode PHT - Quantiles

A l'instar de la *TVaR*, cette méthode permet de prendre en compte des risques extrêmes et mal maîtrisés. Cependant, il est plus difficile d'interpréter le seuil r afin d'ajuster le RA en fonction de l'appétence au risque. Aussi, elle a été plus coûteuse en temps de calcul et donc, cette méthode paraît moins adaptée pour être en phase avec la norme IFRS 17.

8 Études d'impacts

1 Courbe de taux

Afin d'étudier l'impact de la courbe de taux sur les différents indicateurs choisis, une translation de 100 bp et de 300 bp a été faite telle que montré dans le graphique 8.1. Une telle translation permet de modéliser une hausse brutale des taux sur l'ajustement pour risque. La calibration de ce choc a été faite au regard des indications émises par l'EIOPA dans le cadre de la formule standard. L'EIOPA préconise une hausse des taux de 100 bp, c'est pourquoi ce choc a été choisi. Un second scénario a également été considéré, trois fois le choc préconisé par l'EIOPA a été pris en compte, soit 300 bp. Il est à noter que ce choc est extrême.

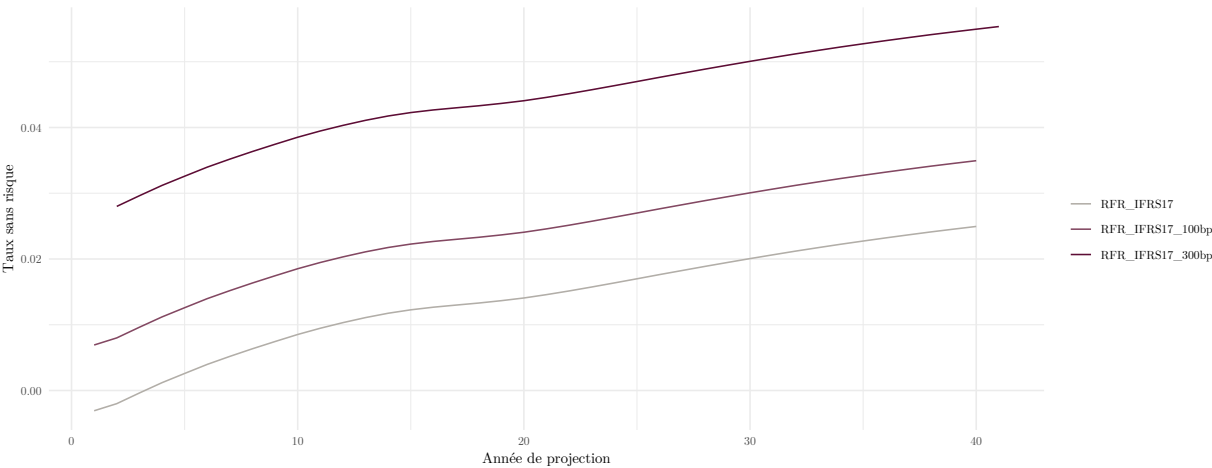


FIGURE 8.1 – Courbes des taux - Application des chocs

Le choc, effectué sur le cas central à la clôture 2017, a été mesuré sur le résultat d'assurance de première année, le CE et le RA. Les résultats sont les suivants :

	Cas central	+100 bp		+300 bp	
Résultat d'assurance	46 564	+5,63%	49 188	+16,19%	54 101
CE LIC	291 852	-2,80%	283 695	-7,94%	268 675
RA LIC	12 835	-2,96%	12 455	-8,40%	11 756

TABLE 8.1 – Courbes des taux - Impacts sur le CE, RA et résultat d'assurance

Le choc de la courbe de taux a un impact significatif sur le CE et le RA, notamment pour le choc de +300 bp. En effet, ce choc impacte à la baisse le CE de presque 8 % et le RA de 8,40 %. Cela implique une hausse du résultat d'assurance de première année, de par une diminution du CE et du poste "*Variation du RA*".

2 Sinistralité

Le ratio $\frac{S}{P}$ courant est de 60,4 %, pour des primes émises de 612M€. Dans cette section, la sensibilité de la sinistralité a été effectuée par une hausse du ratio $\frac{S}{P}$ de 200 bp et de 400 bp. Cette augmentation de $\frac{S}{P}$ correspond respectivement à une hausse de 3,31 % et 6,61 % de la réserve à l'ultime.

La hausse de sinistralité induite par ce choc entraîne un "décalage" de la moyenne de la distribution de la réserve à l'ultime, mais ne modifie pas la volatilité. Les quantiles sont alors les mêmes et le RA est impacté proportionnellement au CE.

	Cas central	S/P + 200bp		S/P + 400bp	
Résultat d'assurance	46 886	-39,66%	28 292	-80,00%	9 378
CE LIC	291 852	3,31%	301 504	6,61%	311 156
RA LIC	12 834	3,31%	13 259	6,61%	13 683

FIGURE 8.2 – Sinistralité - Récapitulatif

Le tableau 8.3 permet de mieux comprendre comment est impacté le résultat de première année.

Résultat d'assurance	Cas central	Sinistres en cours	Boni-mali	Variation du RA	FGS	Choc final
S/P + 20bp	46 886	- 8 507	- 9 078	- 424	- 584	28 292
S/P + 40bp	46 886	- 17 013	- 18 156	- 1 170	- 1 168	9 378

FIGURE 8.3 – Sinistralité - Pas-à-pas

Les sinistres en cours sont composés des paiements et du CE de l'année courante. Les frais de gestion de sinistre sont plus élevés. Aussi, les boni mali correspondent au changement d'hypothèse sur le CE des sinistres survenus avant 2017. La hausse des provisions et des frais impacte à la baisse le résultat.

La sensibilité effectuée ici montre que la sinistralité impacte fortement le résultat d'assurance. Dans une moindre mesure, le RA impacte aussi le résultat d'assurance : ce choc représente moins de 7 % du choc, le reste du choc étant dû au changement de sinistralité. La courbe des taux a donc un fort impact sur le résultat de première année, mais cet impact est dû principalement au changement de sinistralité. Le choc de la sinistralité sur le RA n'impacte pas de façon significative le résultat de première année.

L'hypothèse émise ici est la translation de la sinistralité à l'ultime de 200 ou 300 bp. Or, s'il y a un changement significatif sur les hypothèses de sinistralité, une nouvelle estimation de la distribution devrait être faite. Ceci pourrait alors faire l'objet d'une étude complémentaire.

3 Profitabilité

Il pourrait être imaginé de prendre en compte l'ajustement pour risque dans la détermination de la profitabilité des contrats. Pour cela, la méthodologie choisie pour cette étude est la *Value At Risk*, pour étudier l'effet du seuil de confiance sur la profitabilité.

A l'instar du ratio combiné, un indicateur de profitabilité IP est introduit tel que :

$$IP = \frac{S + expenses + RA}{P}$$

Les deux cas considérés sont "profitables" et "onéreux", l'arbre de décision choisi est alors le suivant :

- si $IP < 1$, le groupe de contrats est profitable,
- si $IP \geq 1$ le groupe de contrats est onéreux.

Le graphique 8.4 présente l'évolution de l'indice IP en fonction du seuil de confiance.

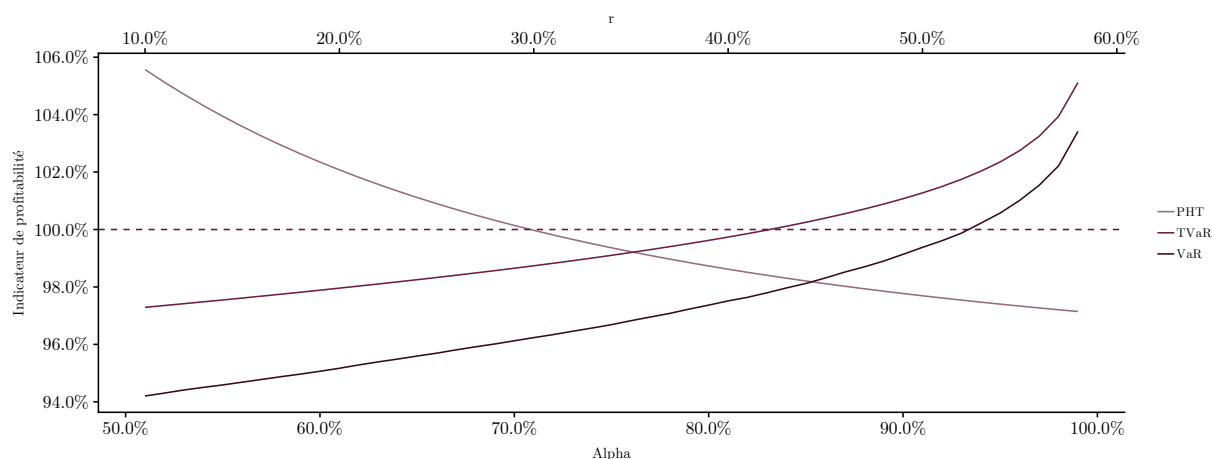


FIGURE 8.4 – Profitabilité en fonction du RA

Ce groupe de contrats a des caractéristiques satisfaisantes avec notamment un S/P de 60,4 % et un ratio combiné de 88 %. La méthode VaR conduit à reconnaître un groupe onéreux à partir de 94 %, pour obtenir le ratio IP supérieur à 1.

La méthode TVaR, plus prudente, conduit à reconnaître le groupe de contrats onéreux à partir de 83%.

La méthode PHT conduit à reconnaître le groupe de contrats comme étant onéreux pour un coefficient r compris entre 10 % et 30 %. Ensuite, cette méthodologie indique que le groupe de contrat est profitable.

La méthode CoC conduit à un groupe de contrat profitable pour un CoC compris entre 1 % et 10 %.

Cette étude montre que l'ajustement pour risque peut être stratégique dans le pilotage. En effet, le choix de la méthodologie et du seuil de confiance aura ici un impact sur le résultat avec la prise en compte d'une composante de perte ou non.

Cette étude a été menée sur l'ensemble du portefeuille avec les données à disposition. Une prise en compte plus fine au sein du portefeuille aurait pu être menée afin de segmenter le portefeuille en groupe onéreux et profitable, plutôt que de considérer tout le portefeuille profitable ou onéreux.

Conclusion

Dans ce mémoire, il a été question d'étudier les différentes méthodologies de calcul de l'ajustement pour risque sur un portefeuille de contrats MRH. Pour cela, ont été estimés les flux de sinistres futurs générés par ces contrats et leur distribution de probabilités. Quatre méthodes ont été mises en place : coût du capital, *Value at Risk*, *Tail Value at Risk* et *Proportional Hazard Transform*. Les impacts de ces méthodes ont été mesurés sur le résultat d'assurance et sur le bilan à l'aide d'un outil développé pour les besoins de cette étude.

Il a tout d'abord été vu que la méthode par coût du capital était simple à mettre en œuvre. Elle se base sur les recommandations de l'EIOPA. Par conséquent, il paraît plus difficile de prendre en compte l'aversion au risque avec cette méthode. Une approche par modèle interne prenant en compte une méthode VaR pourrait toutefois être envisagée et cela pourrait faire l'objet d'une étude particulière au sein des compagnies.

La méthode *Value at Risk* semble correspondre aux critères donnés par la norme IFRS 17, tout comme la *Tail Value at Risk*. En effet, ces méthodes sont transparentes, et le seuil de confiance paraît plus aisé à calibrer pour l'assureur. Pour un seuil de confiance de 70 %, l'ajustement pour risque estimé par la *VaR* est de 6,88 % en fonction du *Current Estimate* et de 15,40 % pour la *TVaR*. A quantile équivalent, la méthode *TVaR* semble plus prudente que la VaR et donc, semble convenir pour un assureur averse au risque ou bien, pour estimer un RA sur des risques mal maîtrisés.

La dernière méthode présentée était la *Proportional Hazard Transform*. Cette approche nécessite de calibrer un coefficient de distorsion appliqué à la fonction de survie, et cela paraît moins aisé d'ajuster l'aversion au risque de l'assureur. Il a cependant été vu que cette méthode permettait d'alourdir la queue de distribution et donc, semble convenir à une compagnie d'assurances averse au risque.

Au-delà des méthodologies de calcul, il est apparu une sensibilité de l'ajustement pour risque calculé à la courbe de taux. En effet une hausse de 100 bp impacte à la baisse de 296 bp le RA estimé par la méthode VaR. Ce dernier semble être aussi sensible à la sinistralité : dans l'étude menée, une hausse de 200 bp du ratio S/P impacte à la hausse de 331 bp le RA.

Il a été remarqué que le résultat d'assurance de première année été impacté à la baisse de 26 points de base, pour une augmentation de 300 points de base du RA en vision centrale (c'est-à-dire avec une méthode par coût du capital égal à 6 %). Aussi, dans cette étude, une augmentation de 300 points de base du RA par rapport au cas central immobilise 0,09 % de capital en plus. Selon le choix de l'entité sur le RA et donc l'impact sur le résultat de première année, une communication auprès des investisseurs sera importante lors de la transition.

Selon la méthodologie proposée pour la détermination de la rentabilité des groupes de contrats, il a été montré que le portefeuille de contrats était onéreux à partir d'un seuil de confiance de 94 % pour la méthode VaR et 83 % pour la méthode TVaR. Alors, plus le RA est faible, plus la probabilité pour que le groupe de contrats soit onéreux est faible.

L'hypothèse de rentabilité du portefeuille de contrats a conduit à une estimation de l'ajustement pour risque relatif aux sinistres déjà survenus (LIC). Si le portefeuille avait été constitué d'un groupe de contrats onéreux, il aurait été nécessaire d'estimer un ajustement pour risque lié à la couverture future. Cette partie de l'ajustement pour risque pourrait alors faire l'objet d'une étude supplémentaire.

Bibliographie

- [1] *Assurance Multirisque Habitation* [2019], Droit-Finances.
- [2] Charpentier, A. [2004], Mesures de risque, Freakonometrics.
- [3] "Coherent measures of risk". *Mathematical Finance, Vol. 9* [1999], ARTZNER and al.
- [4] COMPAIN, H. [2010], Analyse du risque de provisionnement non-vie dans le cadre de la réforme solvabilité ii, Autorité de Contrôle Prudentiel.
- [5] Efron, B. [1979], Bootstrap methods : Another look at the jackknife, Institute of Mathematical Statistics.
- [6] *First impressions - IFRS 17* [2017], KPMG.
- [7] GREMILLET, M. [2013], Provisionnement non-vie : la méthode reservible jump markov chain monte carlo, Actuaris.
- [8] HOLT and LAURY [2002], Risk aversion and incentive effects,
- [9] Hyndman and al [2008], Automatic time series forecasting : The forecast package for r, Journal of Statistical Software.
- [10] IASB [2004], Instruments financiers : Comptabilisation et evaluation,
- [11] IASB [2008], 'Automatic time series forecasting : The forecast package for r'.
- [12] IASB [2012], Ifrs 13 : Evaluation a la juste valeur,
- [13] IASB [2014], Ifrs 9 : Instruments financiers,
- [14] IASB [2017], Ifrs 17 insurance contracts,
- [15] *Introduction à la norme IFRS 17* [2017], Actuaris.
- [16] KPMG [2017], Insurance contracts - first impressions, KPMG.
- [17] Mack and Murphy [2007], Chain ladder reserve risk estimators, CAS E Forum Summer.
- [18] Mack, T. [1993], Distribution-free calculation of the standard error of chain ladder reserve estimates, Astin Bulletin, Vol 23, No 2.
- [19] *Mathematiques de l'assurance non-vie. Tome 1 : principes fondamentaux de theorie du risque* [2004], DENUIT M., CHARPENTIER A.
- [20] Planchet, F. and al [2010], Pilier 2 : vers un pilotage d'un profil de risques, La tribune de l'assurance.
- [21] PWC [2017], Using solvency ii to implement ifrs 17, PWC.
- [22] *Reglement Delege* [2014], Solvabilite II.
- [23] ROBERT, B. [2017], Non parametric individual claim reserving in insurance, Universite Lyon 1 ISFA.

- [24] Sia-Partners [2017], Ifrs 17 : Risk adjustment for pnc insurance,
- [25] Therond, P. [2004-2005], Mesures et comparaison de risques, ISFA.
- [26] Ung, L. T. L. S. [2014], Estimation de l'erreur de prédiction dans le cas de l'utilisation d'une combinaison de méthodes pour le calcul de provisions en assurance iard, EURIA.

Annexes

Afin de mieux comprendre les différences entre Solvabilité 2 et IFRS 17, un tableau de comparaison a été fait[21].

Sujet	IFRS 17	Solvabilité 2	Remarques
Application/Portée	Contrat d'assurance (et investissement participatif pour les compagnies émettant des contrats d'assurance).	Tous les contrats d'assurance.	L'évaluation des contrats d'investissement non participatifs sera sensiblement différente sous IFRS 17 par rapport à Solvabilité II.
Comptabilisation	Date de début de couverture, ou date du premier paiement dû pour un groupe de contrat.	Date de signature du contrat.	Différence possible entre les deux normes en raison de la condition de "premier paiement" sous IFRS 17, et la notion de contrat onéreux.
Décomptabilisation	Lorsque l'assureur n'a plus d'obligation, ou modification notable du contrat.	Lorsque l'assureur n'a plus d'obligation.	Très similaire.
Granularité	Groupe/portefeuille/Cohorte annuelle	Par ligne d'activité	Notion de groupe onéreux à définir par l'assureur.
Frontière des contrats	Pas de prise en compte des primes futures	Prise en compte des primes futures, sauf s'il existe un droit unilatéral de l'assureur à résilier le contrat ou à re-tarifier.	Ces différences sont liées aux objectifs différents des deux normes
Flux de trésorerie	Les flux liés directement à l'exécution des contrats	Tous les flux entrants et sortants afin de remplir les obligations de l'assureur.	Certains flux pris en compte sous Solvabilité 2 ne le seront pas sous IFRS 17 (par exemple, les dépenses indirectes)
Frais d'acquisition	Attribuables au niveau du portefeuille.	Dépensés à mesure qu'ils sont engagés.	Contrairement à IFRS 17, il n'y a pas de report (implicite) des coûts d'acquisition sous Solvabilité II.
Courbe d'actualisation	Deux méthodes (top-down ou bottom-up) afin d'être cohérent avec le passif de l'assureur. Aussi, il est nécessaire d'avoir les taux actuels et initiaux (notamment pour le calcul de la CSM et pour l'option OCI).	Courbe de taux sans risque fournie par l'EIOPA (avec ou sans ajustement de volatilité)	L'approche top-down sous IFRS 17 est similaire à l'approche utilisée par l'EIOPA avec l'application d'un matching adjustment.
Allocation pour le risque	Il n'y a pas de méthode définie : elle est à la main de l'assureur, il suffit de respecter les conditions du board.	Méthode par coût du capital définie par la norme.	Solvabilité 2 donne la méthode de calcul pour la Risk Margin. En revanche, la Risk Adjustment est basée sur des principes de base.
Reconnaissance du profit	La CSM élimine les gains à la première comptabilisation et reporte les bénéfices sur la période de couverture. Les pertes du premier jour sont immédiatement comptabilisées.	Les gains et les pertes sont immédiatement reconnus pour tous les contrats	La CSM sera un indicateur à piloter dans le cadre d'IFRS 17 pour reconnaître les profits au cours du temps. C'est une philosophie différente sous Solvabilité 2.
Modèle simplifié pour certain contrat à courte durée	Il est possible d'appliquer la Premium Allocation Approach (PAA) pour les contrats dont la couverture est inférieure à un an.	Pas de modèle différent.	La PAA est optionnelle dans le cadre d'IFRS 17.
Contrats de réassurance	Toutes les composantes sont présentées brutes de réassurance. Des exigences spécifiques s'appliquent aux contrats de réassurance détenus.	Présenté souvent brut de réassurance avec une composante « BE de réassurance » à l'actif.	La présentation de la provision pour risque est différente entre IFRS 17 (brut et réassuré) et Solvabilité 2 (net)
Transition	Différentes méthodes de calcul pour la CSM	Lissage de l'impact de la comptabilisation initiale sur 16 ans.	Différentes mesures transitoires selon la norme.

Capitalisation par rapport à Solvabilité 2 :

Facile

Moyenne

Difficile

Année courante													
LIC													
Current Estimate	-	144 940	100 200	35 136	21 085	14 731	10 987	8 471	6 411	4 615	3 321	1 235	575
Ajustement pour risque	-	6 203	-	3 620	2 414	1 616	1 060	671	404	229	115	50	16
Ouverture	-	151 143	103 881	37 550	22 701	15 791	11 658	8 874	6 640	4 730	3 371	1 251	581
Insurance Finance Expenses (CE)	-	(344)	(273)	(30)	28	47	59	75	92	75	200	71	75
Paiements	-	(107 837)	(64 851)	(14 031)	(6 382)	(3 790)	(2 576)	(2 134)	(1 888)	(1 169)	(2 486)	(731)	(649)
Current Estimate LIC	144 940	63 501	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Insurance Finance Expenses (RA)	-	(8)	(5)	(1)	2	5	6	6	6	4	3	1	1
Variation du RA	-	(2 575)	(1 201)	(797)	(558)	(395)	(273)	(181)	(100)	(69)	(37)	(12)	(7)
Ajustement pour risque LIC	6 203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Current Estimate	144 940	100 200	35 136	21 085	14 731	10 987	8 471	6 411	4 615	3 321	1 235	575	-
Ajustement pour risque	6 203	-	3 620	2 414	1 616	1 060	671	404	229	115	50	16	6
Claure	151 143	103 881	37 550	22 701	15 791	11 658	8 874	6 640	4 730	3 371	1 251	581	-
Années antérieures													
LIC													
Current Estimate	274 903	146 912	97 945	69 246	48 483	33 600	22 206	13 686	8 334	4 129	1 331	714	-
Ajustement pour risque	8 869	6 631	3 857	2 566	1 714	1 123	709	427	241	121	53	17	6
Ouverture	283 772	153 543	101 802	71 822	50 198	34 723	22 915	14 113	8 575	4 251	1 384	731	6
Insurance Finance Expenses (CE)	(407)	(206)	(42)	91	186	267	308	274	287	245	67	93	-
Paiements	(127 584)	(48 762)	(28 648)	(20 860)	(15 070)	(11 661)	(8 838)	(5 626)	(4 491)	(3 043)	(654)	(806)	-
Current Estimate LIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Insurance Finance Expenses (RA)	(9)	(12)	(2)	4	7	10	10	9	8	6	4	1	1
Variation du RA	(2 229)	(2 765)	(1 289)	(856)	(599)	(424)	(203)	(105)	(128)	(74)	(40)	(12)	(7)
Ajustement pour risque LIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Current Estimate	146 912	97 945	69 246	48 483	33 600	22 206	13 686	8 334	4 129	1 331	714	-	-
Ajustement pour risque	6 631	3 857	2 566	1 714	1 123	709	427	241	121	53	17	6	-
Claure	153 543	101 802	71 822	50 198	34 723	22 915	14 113	8 575	4 251	1 384	731	6	-
Total													
LIC													
Current Estimate	274 903	291 852	198 205	104 391	69 568	48 331	33 194	22 157	14 745	8 744	4 852	1 948	575
Ajustement pour risque	8 869	12 834	7 477	4 981	3 331	2 183	1 380	830	470	226	103	34	12
Ouverture	283 772	304 687	205 682	109 372	72 899	50 514	34 573	22 987	15 215	8 981	4 955	1 982	587
Insurance Finance Expenses (CE)	(407)	(550)	(315)	70	214	314	367	348	378	319	267	164	75
Paiements	(127 584)	(156 599)	(93 490)	(34 894)	(21 432)	(15 451)	(11 404)	(7 760)	(6 379)	(4 212)	(3 170)	(1 537)	(649)
Current Estimate LIC	144 940	63 501	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Insurance Finance Expenses (RA)	(9)	(20)	(7)	3	10	15	16	16	14	10	7	3	2
Variation du RA	(2 229)	(5 337)	(2 489)	(1 653)	(1 157)	(818)	(566)	(376)	(248)	(143)	(77)	(24)	(14)
Ajustement pour risque LIC	6 203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Current Estimate	291 852	198 205	104 391	69 568	48 331	33 194	22 157	14 745	8 744	4 852	1 948	575	-
Ajustement pour risque	12 834	7 477	4 981	3 331	2 183	1 380	830	470	226	103	34	12	-
Claure	304 687	205 682	109 372	72 899	50 514	34 573	22 987	15 215	8 981	4 955	1 982	587	-

TABLE 8.2 – Méthode CoC - Balance comptable - LIC

Année courante												
Actifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ouverture	-	366 646	175 094	108 874	95 967	91 025	88 771	87 777	87 238	86 953	87 436	86 511
Primes enlises	612 202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frais	(139 837)	(40 807)	(4 775)	(1 033)	(470)	(279)	(190)	(157)	(139)	(86)	(183)	(54)
<i>Frais d'acquisition</i>	(65 006)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais d'administration</i>	(34 637)	(15 317)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais Généraux</i>	(31 006)	(14 009)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>FGS</i>	(8 368)	(11 580)	(4 775)	(1 033)	(470)	(279)	(190)	(157)	(139)	(86)	(183)	(54)
Paiements des sinistres	(112 285)	(157 262)	(64 851)	(14 031)	(6 382)	(3 790)	(2 576)	(2 134)	(1 888)	(1 109)	(2 486)	(731)
Revenus financiers	6 565	6 517	3 406	2 157	1 910	1 815	1 772	1 752	1 742	1 737	1 745	1 729
Clôture	366 646	175 094	108 874	95 967	91 025	88 771	87 777	87 238	86 953	87 436	86 511	87 456
Années antérieures												
Actifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ouverture	607 114	478 443	435 588	413 500	399 340	391 125	386 411	384 648	386 292	389 190	393 702	400 841
Primes enlises	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frais	(9 394)	(3 590)	(2 109)	(1 536)	(1 110)	(859)	(650)	(414)	(331)	(224)	(50)	(59)
<i>Frais d'acquisition</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais d'administration</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais Généraux</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>FGS</i>	(9 394)	(3 590)	(2 109)	(1 536)	(1 110)	(859)	(650)	(414)	(331)	(224)	(50)	(59)
Paiements des sinistres	(127 584)	(48 762)	(28 648)	(20 863)	(15 070)	(11 661)	(8 828)	(5 626)	(4 491)	(3 043)	(684)	(806)
Revenus financiers	8 307	9 497	8 670	8 239	7 965	7 805	7 715	7 685	7 719	7 779	7 873	8 016
Clôture	478 443	435 588	413 500	399 340	391 125	386 411	384 648	386 292	389 190	393 702	400 841	416 150
Total												
Actifs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ouverture	607 114	845 089	610 681	522 374	495 307	482 150	475 182	472 425	473 531	476 143	481 138	487 352
Primes enlises	612 202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frais	(149 231)	(44 397)	(6 885)	(2 569)	(1 580)	(1 138)	(840)	(571)	(470)	(310)	(233)	(113)
<i>Frais d'acquisition</i>	(65 006)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais d'administration</i>	(34 637)	(15 317)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais Généraux</i>	(31 006)	(14 009)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>FGS</i>	(17 662)	(15 170)	(6 885)	(2 569)	(1 580)	(1 138)	(840)	(571)	(470)	(310)	(233)	(113)
Paiements des sinistres	(239 868)	(206 024)	(93 499)	(34 894)	(21 452)	(15 451)	(11 404)	(7 760)	(6 379)	(4 212)	(3 170)	(1 537)
Revenus financiers	14 872	16 014	12 076	10 396	9 875	9 620	9 487	9 437	9 461	9 517	9 618	9 745
Clôture	845 089	610 681	522 374	495 307	482 150	475 182	472 425	473 531	476 143	481 138	487 352	504 657

TABLE 8.3 – Méthode CoC - Balance comptable - Actif

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Variation du LRC (PAA)</i>	425 400	186 783	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Revenu d'assurance	425 400	186 783	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Soiètres en cours et autres frais de service</i>	(361 090)	(107 599)	2 489	1 653	1 157	818	566	376	248	143	77	24	14
<i>Soiètres en cours</i>	(257 225)	(112 927)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bonis-mati</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Variation du RA</i>	(3 974)	5 337	2 489	1 653	1 157	818	566	376	248	143	77	24	14
<i>Frais attribuables</i>	(117 925)	(90 388)	(6 885)	(3 569)	(1 580)	(1 138)	(840)	(371)	(470)	(310)	(233)	(113)	(48)
<i>Frais d'acquisition</i>	(65 000)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais d'administration</i>	(34 657)	(15 912)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>FGS</i>	(17 062)	(10 170)	(6 885)	(3 569)	(1 580)	(1 138)	(840)	(371)	(470)	(310)	(233)	(113)	(48)
Service d'assurance	(378 524)	(137 977)	(4 395)	(917)	(422)	(320)	(274)	(195)	(222)	(167)	(157)	(80)	(34)
<i>Composante de perte</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Résultat d'assurance	46 886	48 816	(4 395)	(917)	(422)	(320)	(274)	(195)	(222)	(167)	(157)	(80)	(34)
<i>Résultat technique</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frais non-attribuable	(31 906)	(14 009)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frais Généraux</i>	(31 906)	(14 009)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Résultat technique	14 980	34 807	(4 395)	(917)	(422)	(320)	(274)	(195)	(222)	(167)	(157)	(80)	(34)
<i>Résultat financier</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variation juste valeur (actif)	14 547	15 541	11 593	9 904	9 372	9 108	8 964	8 904	8 918	8 962	9 052	9 168	9 319
Insurance finance expense	416	569	322	(73)	(224)	(328)	(384)	(364)	(392)	(330)	(274)	(166)	(76)
Résultat financier	14 963	16 110	11 915	9 831	9 148	8 779	8 581	8 540	8 525	8 632	8 779	9 001	9 243
<i>Résultat</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Résultat	29 943	50 917	7 520	8 914	8 726	8 460	8 307	8 345	8 303	8 465	8 622	8 912	9 209

TABLE 8.4 – Méthode CoC - Projection du compte de résultat

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Actifs													
Juste Valeur par P&L	821 422	586 542	497 751	470 192	456 533	449 053	445 773	446 346	448 415	452 855	458 503	466 020	474 643
Passif													
Fonds propres	329 943	380 859	388 379	397 293	406 019	414 479	422 786	431 131	439 434	447 899	456 521	465 434	474 643
Fonds propres à l'ouverture	300 000	329 943	380 859	388 379	397 293	406 019	414 479	422 786	431 131	439 434	447 899	456 521	465 434
Résultat de l'année en cours	29 943	50 917	7 520	8 914	8 726	8 460	8 307	8 345	8 303	8 465	8 622	8 912	9 209
LRC	186 793	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LIC	304 687	205 682	109 372	72 899	50 514	34 573	22 987	15 215	8 981	4 955	1 982	587	-
CE LIC	291 852	198 205	104 394	69 668	48 331	33 196	22 157	14 745	8 744	4 852	1 948	575	-
RA LIC	12 834	7 477	4 981	3 931	2 183	1 380	830	470	236	103	34	12	-
Passif	821 422	586 542	497 751	470 192	456 533	449 053	445 773	446 346	448 415	452 855	458 503	466 020	474 643

TABLE 8.5 – Méthode CoC - Projection du bilan

