

**Mémoire présenté devant l'Université Paris Dauphine
pour l'obtention du diplôme du Master Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuares**

le _____

Par : ATTIAS Daniel

Titre: Assurance Emprunteur : L'impact de Solvabilité 2 sur le partage de la valeur
avec l'apporteur

Confidentialité : NON OUI (Durée : 1 an 2 ans)

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

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

Signature :

Entreprise :

Nom : GALEA & Associés

Signature :

*Membres présents du jury du Master
Actuariat de Dauphine :*

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Leonard FONTAINE

Signature :



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

Secrétariat :

Signature du responsable entreprise :

Bibliothèque :

Signature du candidat :

Résumé

Mots clés : Assurance Des Emprunteurs, Etablissement prêteur, assureurs, apporteurs d'affaires, capital de solvabilité requis, commissionnement variable optimal.

L'assurance des emprunteurs intervient lors de l'octroi d'un prêt. Cette assurance permet à l'emprunteur de se protéger contre les différents risques qui pourraient l'empêcher de rembourser son crédit. Ce contrat permet de protéger à la fois l'assuré et l'établissement prêteur. Celui-ci reçoit un remboursement de l'assurance en cas de réalisation d'un des risques couverts. Ces risques sont principalement le risque de décès, le risque d'incapacité de travail et le risque de perte d'emploi.

Le référentiel Solvabilité 2 impose aux assureurs le calcul d'un capital de solvabilité requis, correspondant au capital à détenir afin de pouvoir exercer l'activité d'assurance.

Dans le contexte actuel d'entrée en vigueur de ce référentiel, un des objectifs de l'assureur est de minimiser ce montant de capital.

Ce mémoire porte sur la recherche d'un mode de rémunération variable des apporteurs d'affaires, permettant de remplir cet objectif.

Dans ce but, il a été mis en place différentes méthodes d'optimisation, statique et dynamique ; l'objectif étant de comparer leurs impacts en termes de réduction du capital de solvabilité requis. Il a alors été déterminé le mode de commissionnement variable optimal d'un point de vue technique.

Cependant, l'assureur doit également faire face à des contraintes opérationnelles et commerciales : les méthodes de commissionnement variable optimal doivent notamment répondre aux exigences de partage de risque entre assureurs et apporteurs.

Le mode de commissionnement variable optimal peut alors différer de celui obtenu uniquement d'un point de vue technique.

Abstract

Key words: loan insurance, loan institution, borrower, insurer, business provider, Solvency Capital Requirement, optimum variable commission.

This insurance allows the borrower to protect against different risks which could prevent him from paying back his credit. This contract protects both the insurer and the loan institution. They receive the repayment from insurance in the case of accomplishment of one of the subscribed risks. The subscribed risks are death risk, disability and job loss.

Solvency 2 imposes to insurers a solvency capital requirement in order to operate in the insurance market.

In this context, one of the objectives of the insurer is to minimize the solvency capital requirement (SCR).

This memory deals with the research of a variable commission to allow the minimization of the SCR.

In this way, we have created different optimum methods, static and dynamic. It will allow to compare their impacts in term of reduction of the SCR. Then, we will see if these methods respect the principle of risk-sharing between insurers and go-between. It will lead us to determine the optimum variable commission.

Note de Synthèse

L'assurance des emprunteurs est un sujet au centre de tous les débats et constitue un produit phare de la prévoyance. Cette assurance est communément rattachée à l'assurance de personnes physiques qui souscrivent à un crédit immobilier et doivent donc pour cela souscrire à un contrat d'assurance emprunteur.

Dans un contrat emprunteur, l'assureur s'engage à verser à l'assuré des prestations, en cas de réalisation d'un risque garanti. Les principales garanties en assurance des emprunteurs sont les garanties contre les risques de Décès ou de Perte Totale et Irréversible d'Autonomie (PTIA), d'Incapacité/Invalidité et de perte d'emploi. Ce contrat d'assurance permet ainsi d'une part à l'emprunteur, de se couvrir contre le risque de non-remboursement du crédit et d'autre part, assure à l'établissement de crédit un remboursement par l'assurance du crédit octroyé. Le lien entre assureurs et emprunteurs est souvent effectué par l'intermédiaire d'apporteurs d'affaires, qui sont chargés de les mettre en relation.

La problématique de ce mémoire consiste ainsi à trouver un mode de commissionnement variable optimal des apporteurs qui permettrait à l'assureur de réduire son capital de solvabilité requis (SCR) dans le référentiel Solvabilité 2.

Ce mémoire se concentre essentiellement sur l'étude de la garantie du risque de décès.

Avant de répondre à cette problématique, la première étape essentielle pour un assureur est la tarification du contrat. Il existe plusieurs méthodes de tarification : tarification en fonction du capital restant dû (CRD), tarification en fonction du capital initial ou encore tarification par mensualités.

Afin de déterminer le tarif d'un contrat, l'assureur doit projeter les différents flux du contrat pendant la durée de vie des contrats du portefeuille assuré. Un outil VBA a été mis en place à cet effet dans le cadre du mémoire. Cet outil a permis de déterminer le taux de prime pure. Ce taux permet d'égaliser la valeur actuelle probable des engagements de l'assureur à celle des engagements de l'assuré. L'assureur calcule ensuite la prime commerciale en appliquant un taux de chargement sur le montant de la prime pure. Ces chargements lui permettent de pouvoir faire face à ses engagements en cas de hausse de la sinistralité.

La projection du portefeuille dans le futur, permet alors de déterminer mensuellement le montant des primes reçues et des prestations versées. A partir de ces flux, il est établi un compte de résultat comptable projeté et ainsi, est obtenu l'exigence de marge de solvabilité nécessaire à l'assureur pour faire face à ses engagements, dans le référentiel Solvabilité 1.

Cette réglementation prudentielle va laisser place au 1^{er} Janvier 2016 à la directive Solvabilité 2 qui vise à réformer les règles de solvabilité auxquelles sont soumises les compagnies d'assurance et de réassurance. Les assureurs se trouvent ainsi obligés de revoir leur mode de calcul des provisions mathématiques, qui seront remplacés par le calcul d'un *Best Estimate* et d'une marge de risque, l'exigence de marge de solvabilité (EMS) qui se voit remplacé par le capital de solvabilité requis (SCR).

L'outil Excel/ VBA mis en place pour ce mémoire, permet d'effectuer le passage du référentiel Solvabilité 1 au référentiel Solvabilité 2 et ainsi déterminer les nouveaux montants de provisions et de capital de solvabilité requis (SCR) pour l'assureur afin de faire face à ses engagements.

L'objectif de tout assureur est de minimiser le montant du SCR afin d'avoir le meilleur ratio de solvabilité possible. Ce mémoire va donc s'attacher à trouver une méthodologie permettant à l'assureur de minimiser son SCR. C'est dans cette optique qu'il a été question dans ce mémoire, de rechercher un mode de rémunération variable des apporteurs, permettant de réduire le SCR. Il a donc été élaboré plusieurs modes de commissionnement variable : dans un premier temps, par des méthodes d'optimisation statique (avec des projections à $t=0$) et, dans un second temps par des méthodes d'optimisation dynamique permettant de minimiser des SCR futurs à chaque année de projection du portefeuille. Afin de déterminer le montant des SCR futurs, l'outil de calcul intègre la projection de ces SCR futurs.

Ainsi, ces modes de commissionnement optimal doivent répondre au double objectif suivant :

- \\ D'un point de vue technique : permettre à l'assureur de minimiser le montant de son SCR à $t=0$ (cas statique) ainsi que ses SCR futurs (cas dynamique)
- \\ D'un point de vue pratique : trouver un accord entre assureurs et apporteurs qui assurera un partage équitable du risque et satisfera les deux parties.

Dans le cas de l'optimisation statique, il a été mis en place quatre méthodes de commissionnement variable optimal, répondant au programme d'optimisation suivant :

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} \text{SCR}(CV)$$

$$\text{s.c.} \left\{ \begin{array}{l} E[\text{VAP}(CV^*)] = E[\text{VAP}(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{array} \right.$$

Où : CF désigne le montant des commissions fixes

- \\ Méthode N°1 : Dans cette méthode, le commissionnement variable s'exprime de la façon suivante : $CV = \alpha * \text{Primes} + \beta * \text{Prestations}$
Le solveur Excel permet de déterminer les coefficients optimaux permettant de minimiser le SCR : $\alpha^* = 117\%$; $\beta^* = -209\%$.
On remarquera ici que ces coefficients optimaux créent un effet indésirable de levier qui rend ce mode de commissionnement impossible entre assureurs et apporteurs ;
- \\ Méthode N°2 : Dans cette méthode, l'expression du commissionnement variable n'a pas été modifiée. En revanche, il a été ajouté deux nouvelles contraintes limitant le coefficient multiplicateur α à 1 et imposant à β d'être supérieurs à -1, ceci ayant pour but d'éviter cet effet de levier. On obtient alors : $\alpha^* = 77\%$; $\beta^* = -100\%$.
- \\ Méthode N°3 : Dans cette méthode on ajoute une variable supplémentaire à l'expression du commissionnement variable qui correspond au résultat technique pur de l'assureur. On a donc : $CV = \alpha * \text{Primes} + \beta * \text{Prestations} + \gamma * \text{Résultat technique pur}$
- \\ Méthode N°4 : Cette méthode consiste à simplifier au maximum le mode de commissionnement variable optimal dans l'objectif de vendre davantage de contrats :
On a donc : $CV = \gamma * \text{Résultat technique pur}$

Le graphe suivant permet de comparer ces différentes méthodes en termes de réduction du SCR à t=0 :

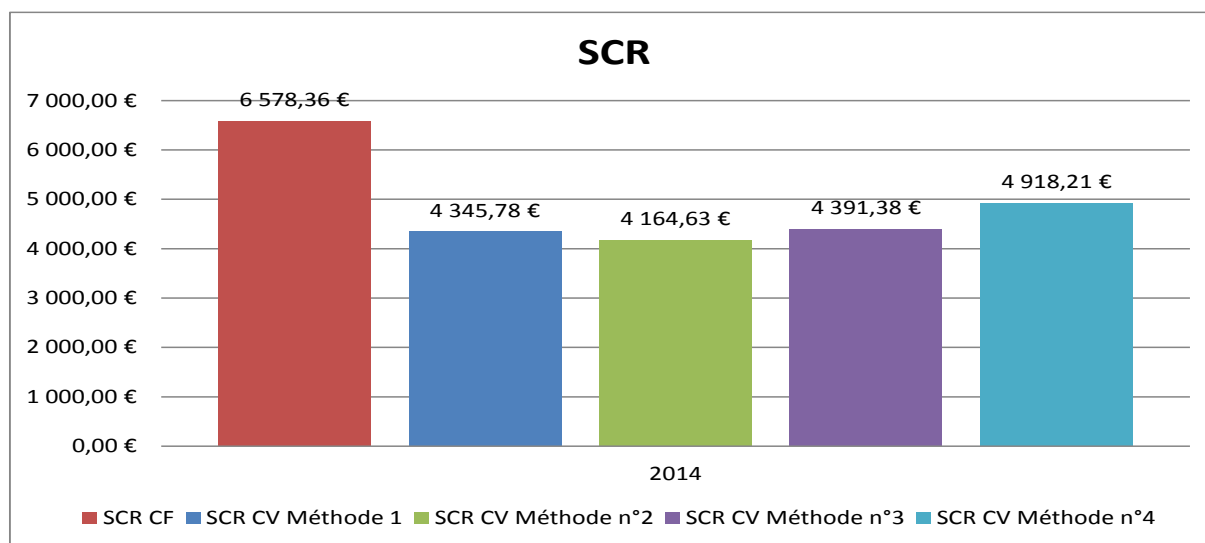


Figure 1: Comparaison des différentes méthodes de commissionnement variable optimal en termes de réduction du SCR en 2014.

Ce graphique illustre que les quatre méthodes de commissionnement variable calculé conduisent à réduire le SCR. Dans le cas de l'optimisation statique, la méthode N°2 est la plus efficace car c'est celle pour laquelle le montant du SCR est le plus faible.

En terme pratique, cette méthode est également parfaitement réalisable et permet un partage du risque entre assureurs et apporteurs.

Dans le cas de l'optimisation dynamique, sont reprises les mêmes méthodes de commissionnement variable que pour l'optimisation statique. La seule chose qui varie est le programme d'optimisation dynamique qui dépend des SCR futurs. Celui-ci devient donc :

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} VA(\text{SCR futurs})$$

$$\text{s.c.} \begin{cases} E[VAP(CV^*)] = E[VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{cases} \quad (1)$$

Avec : $VA(\text{SCR futurs}) = \sum_{t=1}^N \frac{SCR_t}{(1+\text{Taux sans Risque}_t)^t}$

La méthode n°4 évoquée précédemment ne permettait pas de minimiser le SCR. Elle a donc été remplacée par une méthode n°5. Celle-ci vise, à maximiser la valeur actuelle probable du surplus de l'assureur, tout en lui assurant un solde positif à chaque année de projection :

$$\text{ArgMax}_{\alpha, \beta} VA(\text{NAV} - \text{SCR})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{s. c } NAV_t - SCR_t > 0 \\ E[VAP(CV^*)] = E[VAP(CF)] \\ \alpha \leq 1, \alpha > 0 \\ \beta \geq -1 \end{array} \right.$$

Où : NAV désigne la *Net Asset Value* avec $NAV = -(BE + MR)$

$$Et : VA (NAV-SCR) = \sum_{t=1}^N \frac{(NAV-SCR)_t}{(1+\text{Taux sans Risque}_t)^t}$$

Le graphique suivant permet de comparer, dans le temps, l'impact de ces différentes méthodes de commissions sur la réduction du SCR :

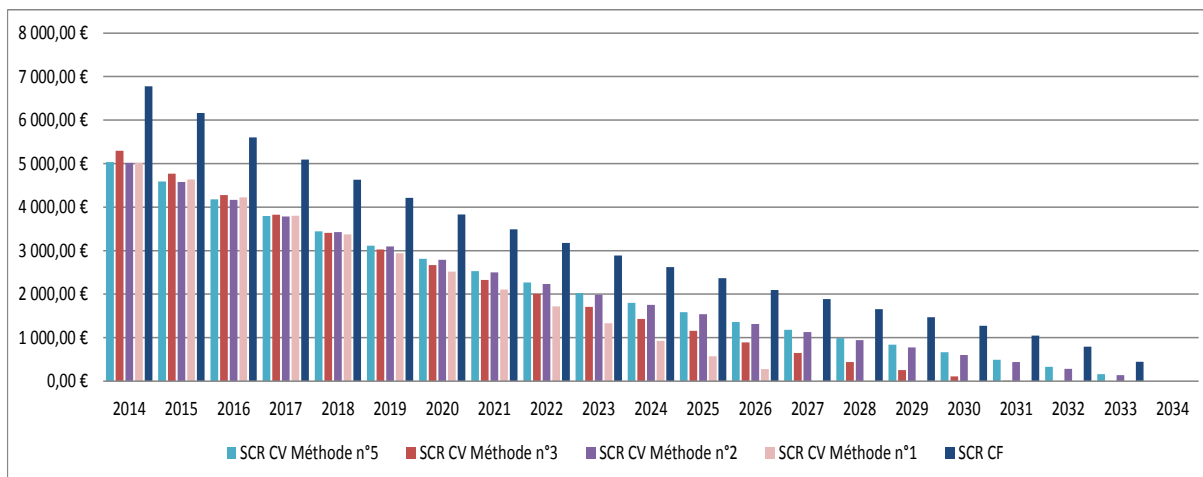


Figure 2: Comparaison des montants du SCR selon les différentes méthodes de commissionnement variable issues de l'optimisation dynamique

Ces méthodes sont plutôt équivalentes à court terme. Cependant, à moyen-long terme, on remarque que le montant du SCR obtenu par la méthode N°1 s'annule dès la 13^{ème} année de projection. Il s'agit donc a priori de la méthode la plus efficace.

Cette idée est confirmée par le graphique suivant qui permet de comparer la valeur actuelle des SCR futurs selon ces différentes méthodes :

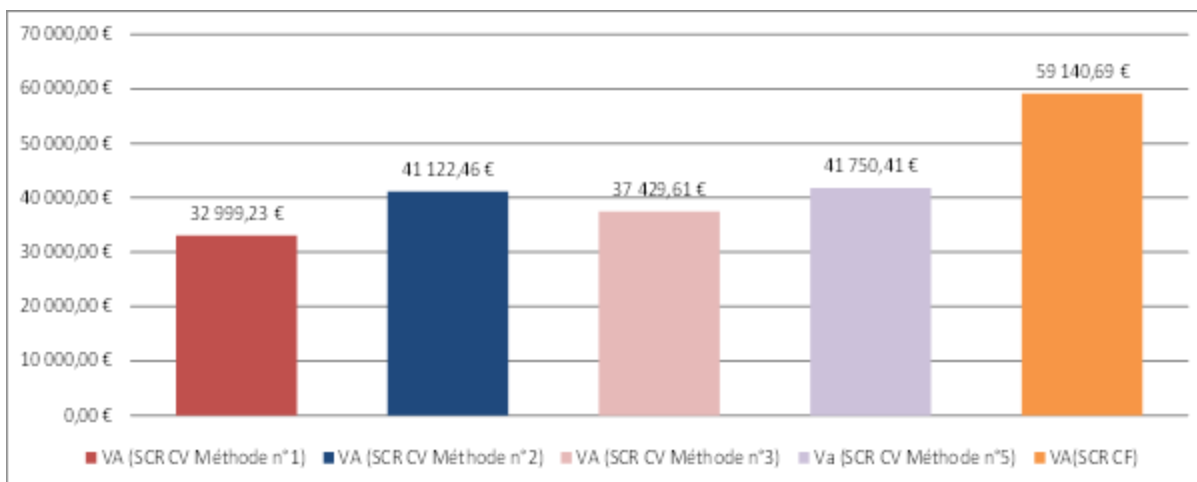


Figure 3: Comparaison de la valeur actuelle des SCR futurs selon les différentes méthodes de commissionnement variable optimal

En effet, la valeur actuelle des SCR futurs est la plus faible pour la méthode n°1.

Cependant, pour les raisons évoquées précédemment dans la méthode statique, cette méthode n'est pas réalisable et ne permet pas de trouver un accord réaliste entre assureurs et apporteurs.

La méthode n°3 paraît être la plus efficace en termes de réduction du SCR. Elle peut également constituer une solution permettant un accord entre assureurs et apporteurs. Cette méthode présente néanmoins un défaut dans les négociations entre l'assureur et l'apporteur. Cette méthode peut, à priori sembler, compliquée à vendre, car elle fait dépendre le commissionnement des apporteurs de trois paramètres différents.

La méthode n°2 pourrait donc constituer un bon compromis en termes de réduction du SCR et de simplicité du mode de commissionnement à fournir aux apporteurs étant donnée qu'elle ne dépend que de deux paramètres : les primes et les prestations.

De plus, cette hypothèse se confirme davantage lorsqu'il est analysé le cas où l'assureur cherche à maximiser son surplus c'est-à-dire la différence entre ses fonds propres et le capital de solvabilité requis (SCR). C'est ce que semble montrer le graphique suivant :

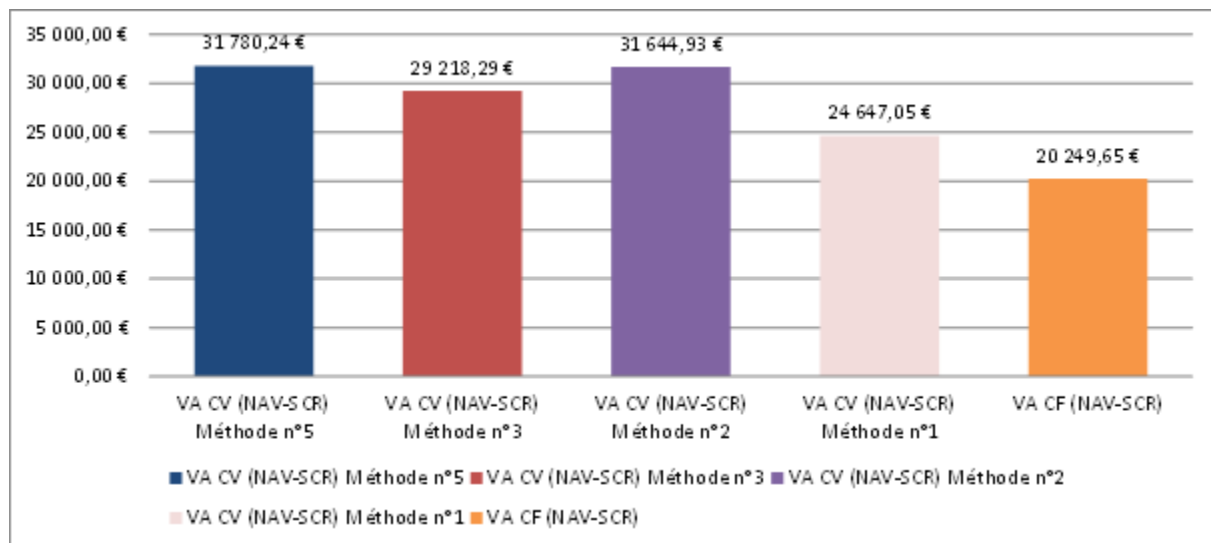


Figure 4: Comparaison de la valeur actuelle des surplus futurs de l'assureur selon les différents modes de commissionnement variable optimal

En effet, ce graphique montre bien que la méthode n°2 se situe en seconde position en termes de maximisation du surplus.

Cette méthode est à la fois une bonne solution en termes de réduction du SCR et de maximisation du surplus de l'assureur.

On peut donc en conclure que le mode de commissionnement variable n°2 pourrait être considéré, à la fois par l'assureur et l'apporteur, comme le mode de commissionnement idéal.

Executive Summary

Borrower's insurance is central to many debates and is a key insurance product. Usually it is linked to individuals (natural persons) taking on a mortgage and needing an insurance.

The insurance company would pay the insured person a set series of cash flows upon the occurrence of a pre-defined insured event. Main covered risks are Death, total and irreversible loss of independence, disability and job loss. This would allow, on one side, the borrower to get a protection to repay the loan and, on the other side, the lending company to guarantee the payment of the loan. The link between the insurance company and the insured person is often realised through an intermediary who puts them in contact.

The topic of this research is to identify the best commission based system to allow the insurance company to reduce its required solvability capital requirement (SCR) as defined in « solvability 2 ».

This piece of research will specifically concentrate on the death insurance part within this type of borrower's contracts.

The first step for an insurance company is to work on the policy premium. There exist 3 methodologies to charge a premium: looking at the amount of outstanding capital, the initial capital or monthly payments.

In order to fix the premium in a contract, the insurance company has to simulate the expected cash flows until maturity of the insurance policies within its portfolio. A VBA tool has been designed for this purpose in this research. It allowed the calculation of the pure premium that gives an equivalent accrued value to the expected cash flows from the insurance company and the insured person. From this pure premium, the insurance company then adds a surplus premium to compensate for potential extra losses arising from an increase in claims. Applying this rate to the insured capital gives us the commercial premium.

Projecting future cash flows allows us to determine monthly premium received as well as outflows throughout the life of the contract to obtain an expected profit and loss account. We can then calculate the solvability margin ratio needed by the insurance company to comply with the Solvability 1 regulations.

This regulation will be replaced as of January 1st 2016 by the Solvability 2 instruction that will transform the solvability rules for Insurance and re-insurance companies. Therefore, insurance companies will have to change the existing calculations for their technical provisions, introducing "best estimate" and risk margins. They will also have to replace the existing calculations on the solvency margin requirements by the solvency capital requirements (SCR).

Therefore, the VBA tool prepared for this research allows the shift between solvability 1 and solvability 2 requirements to determine the new provisions and solvency capital requirements for insurance companies to comply with their obligations.

Insurance companies will try to minimise their SCR to optimise their solvability ratios. This research will look into how it is possible to design a commission based system for intermediaries that allows the insurance company to reduce its SCR.

A number of variable commissions formulas have been tested with, to start with, static optimisation projections (with projections at $t=0$), followed by dynamic optimisation methods allowing to

minimise future SCR for each projected year in the portfolio. In order to determine future SCR amounts, a VBA macro was designed to recalculate the SCR amounts for each projected year

Hence these optimised commissions formulas have to answer two objectives:

- \\ Technical considerations: allow the insurance company to minimise its SCR at t=0 (static case) as well as its future SCR (dynamic case).
- \\ Practical considerations: find an agreement between insurance companies and intermediaries to allow for a fair sharing of risks that is satisfactory for both parties.

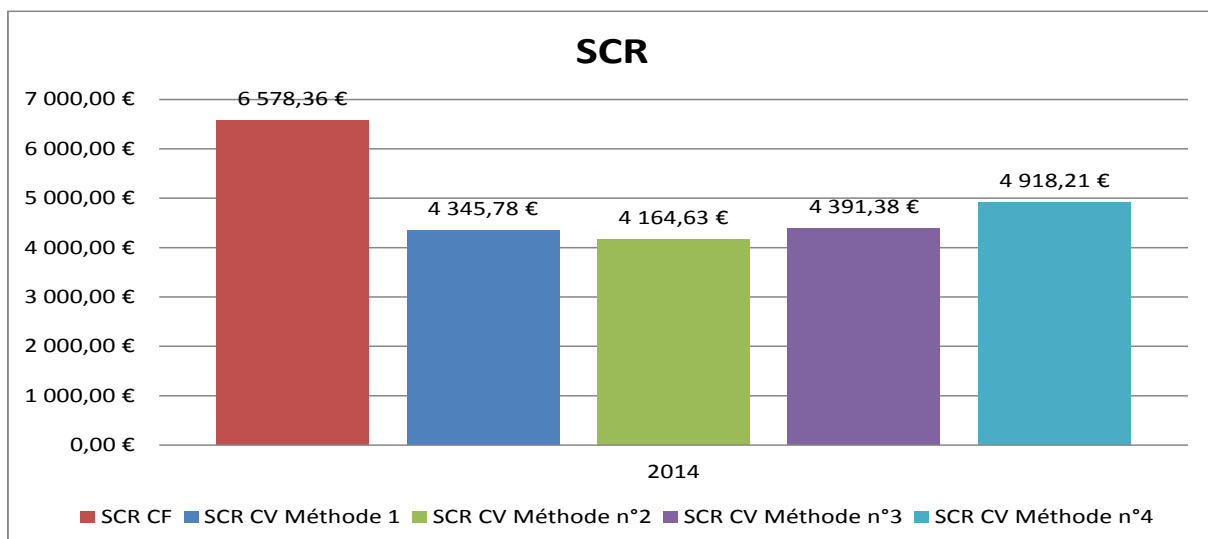
In the static optimisation, four optimal variable commissioning methods were implemented following the attached program:

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} \text{SCR}(CV)$$

$$\text{s.c.} \left\{ \begin{array}{l} E[VAP(CV^*)] = E[VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{array} \right.$$

- \\ Method N°1: In this method, the variable commissioning is expressed as:
 $CV = \alpha * \text{Premiums} + \beta * \text{Outpayments}$
 Excel's solver finds the following optimized coefficients to minimise the SCR:
 $\alpha^* = 117\%$; $\beta^* = -209\%$.
 We can note an adverse leverage effect that makes it impossible to implement as a practical commissioning method.
- \\ Method N°2: Here, we have kept the same formula, but have added two other constraints to avoid leverage, limiting the coefficient on α to 1 and requiring the one on β to be higher than -1. We then obtain $\alpha^* = 77\%$; $\beta^* = -100\%$.
- \\ Method N°3: We add one extra variable linked to the insurer's « pure technical result ». We hence now have : $CV = \alpha * \text{Premiums} + \beta * \text{Outpayments} + \gamma * \text{pure technical result}$
- \\ Method N°4: This last method simplifies the commissioning to make it easier. We hence have : $CV = \gamma * \text{pure technical result}$

The following graph is used to compare the impact in terms of SCR reduction:



We can see that all four methods allow the reduction of SCR. In this static optimisation, Method N°2 is the most efficient as SCR is reduced the most.

This method is also practically possible to implement, and risk is shared between insurance companies and intermediaries.

In the dynamic optimisation, we keep the same methods but the optimisation takes into account future SCR, using the following optimisation program:

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} VA (SCR \text{ futurs})$$

$$\text{s.c.} \left\{ \begin{array}{l} E [VAP(CV^*)] = E [VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{array} \right. \quad (1)$$

Where: $VA (\text{future SCR}) = \sum_{t=1}^N \frac{SCR_t}{(1 + \text{Risk free Rate}_t)^t}$

As method n°4 would not reduce the SCR, we have replace dit with method n°5 that targets maximising expected present value of insurer’s surplus while keeping a positive value for each projected year:

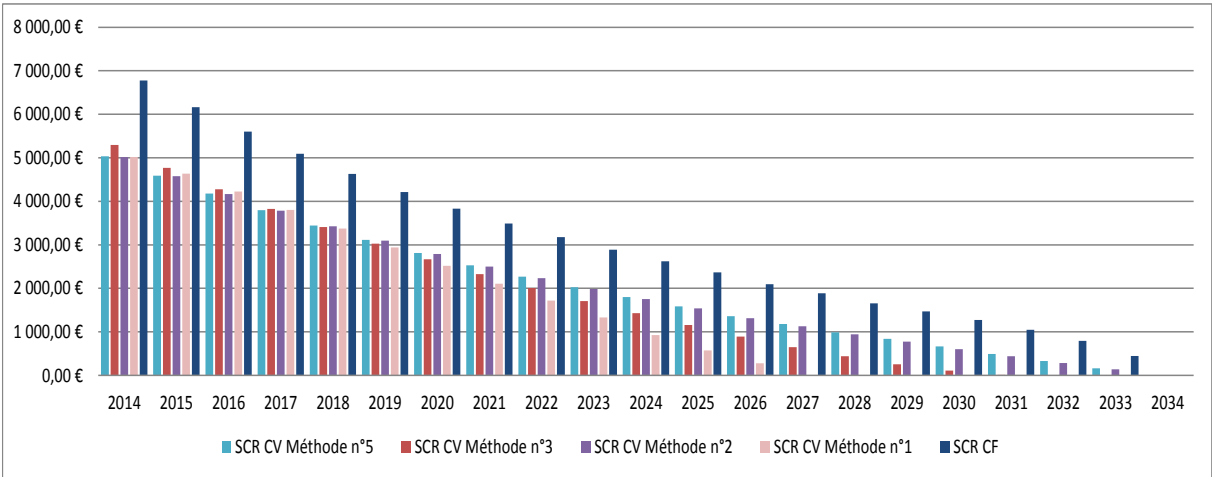
$$\text{ArgMax}_{\alpha, \beta} VA (NAV - SCR)$$

$$\text{s. c } \left\{ \begin{array}{l} NAV_t - SCR_t > 0 \\ E [VAP(CV^*)] = E [VAP(CF)] \\ \alpha \leq 1, \alpha > 0 \\ \beta \geq -1 \end{array} \right.$$

Where: NAV is the Net Asset Value and $NAV = -(BE + MR)$

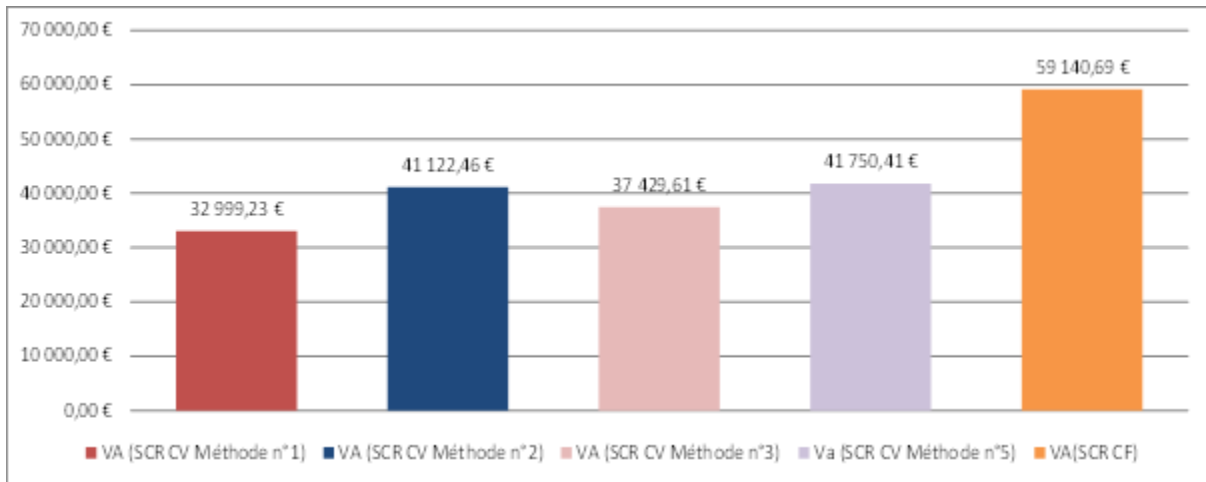
And: $VA (NAV-SCR) = \sum_{t=1}^N \frac{(NAV-SCR)_t}{(1 + \text{Risk Free Rate}_t)^t}$

The following graph allows the impact analysis of these methods for each projected year on SCR reduction:



These methods are similar on a short term basis. However, on mid to long term basis, SCR amounts with method N°1 cancels out from year 13, potentially making it the most efficient method.

This idea is confirmed by the following graph, where we can see the present value of future SCR for each method:

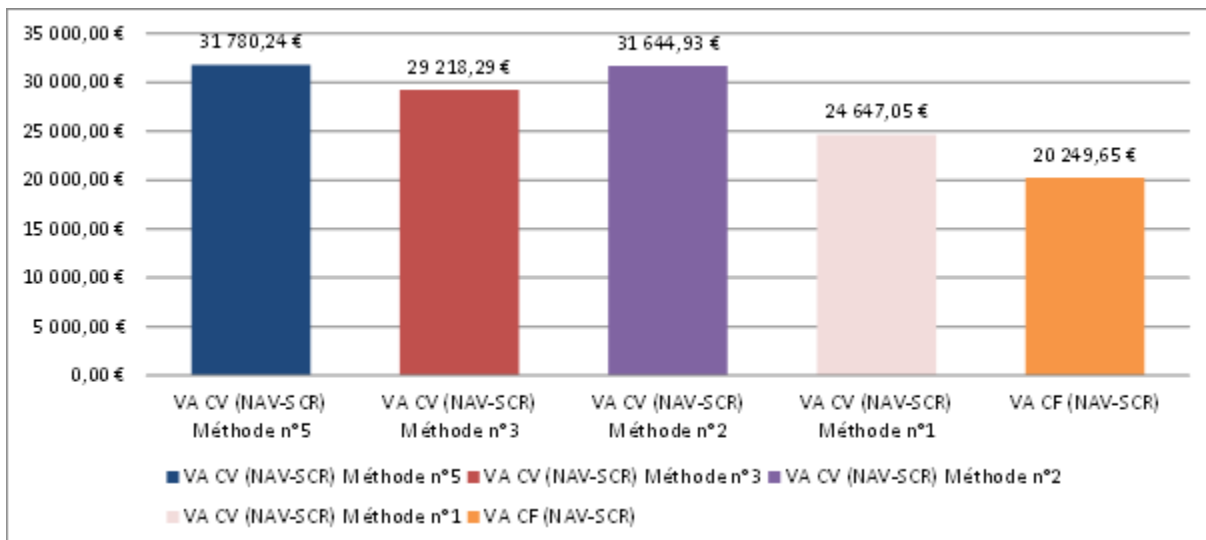


However, as discussed earlier, this method is not practically actionable and cannot lead to an agreement between insurance companies and intermediaries.

Method n°3 seems the next best solution in terms of SCR reduction. It could also be implemented. However, the formula is complex and could lead to difficult negotiations, being a mix of three parameters.

Hence Method n°2 could be a good compromise in reducing the SCR and keeping a simple formula as only two parameters and involved: premiums and out-payments.

As well Method n°2 seems best where the insurance company is looking to maximising its surplus, the difference between its capital equity and the solvency capital requirements, as shown in the following graph:



We can see that method n°2 is second best in surplus maximisation.

Hence this method seems the best solution both in terms of SCR reduction and surplus maximisation for the insurance company.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier M. Norbert GAUTRON, Président de GALEA & Associés, de m'avoir accueilli au sein du cabinet GALEA & Associés dans le cadre de mon stage de fin d'études ainsi que pour son aide et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.

J'exprime également mes profonds remerciements à M. Pierre THEROND, actuaire associé au sein du cabinet GALEA & Associés pour son suivi régulier et son aide très importante dans l'élaboration de mon mémoire.

Je remercie également tout aussi vivement mon responsable de stage M. Leonard FONTAINE pour son soutien, ses conseils, ses relectures ainsi que pour le temps qu'il m'a accordé pendant mon stage.

Je me dois également de remercier M. Florian CABOCEL pour sa participation et ses conseils judicieux pendant l'écriture de ce mémoire.

J'adresse également mes sincères remerciements à l'ensemble de mes collègues de GALEA & Associés pour leur accueil chaleureux et leurs disponibilités. Merci à eux de m'avoir permis d'évoluer dans une ambiance de travail positive et épanouissante dans laquelle j'aurais d'ailleurs la chance de continuer à évoluer.

Merci également à mon responsable pédagogique de l'Université Paris–Dauphine, M. Paul GASSIAT, pour ses relectures et ses conseils. J'en profite également pour exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'Université Paris–Dauphine pour m'avoir formé durant ces années et m'avoir permis d'acquérir les connaissances théoriques nécessaires à ma carrière professionnelle.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à ma famille et mes amis pour leur aide et leur soutien dans la réalisation de ce mémoire.

Sommaire

Résumé.....	1
Abstract	2
Note de Synthèse	3
Executive Summary	8
Remerciements	12
Introduction.....	16
I-PRESENTATION DE L'ASSURANCE DES EMPRUNTEURS : UN MARCHE EN PLEINE EVOLUTION	18
I.1- Les différents types de contrats.....	18
I.1.1- Les différents intervenants du contrat d'assurance emprunteur.....	18
I.1.2- Les contrats dits de « groupe »	19
I.1.3- Les contrats individuels.....	20
I.2- Présentation des différentes garanties et tarification	21
I.2.1- Les garanties proposées en Assurance Des Emprunteurs	21
I.2.2- Tarification des différentes garanties	25
I.2.3- Les différents modes de remboursement d'un prêt.....	30
I.2.4- Etude de sensibilité tarifaire sur les contrats d'assurance emprunteur.....	32
I.2.4.1-Impact de la méthode de tarification sur le taux de prime pure : Comparaison de la tarification en fonction du Capital Initial (CI) et du Capital Restant Dû (CRD).....	32
I.2.4.2- Impact de l'âge sur le montant de la prime pure.....	34
I.2.4.3- Impact du mode de remboursement sur la tarification.....	35
I.3- Les enjeux actuels de l'Assurance Des Emprunteurs	36
I.3.1- Les chiffres du marché de l'assurance emprunteur	36
I.3.2- Les impacts des réformes Lagarde/Hamon sur le marché de l'emprunteur	38
I.3.3- Les enjeux autour de la participation aux bénéficiaires.....	40
II. MODELISATION DU CONTRAT EMPRUNTEUR SOUS SOLVABILITE 1 / SOLVABILITE 2	42
II.1- Présentation du modèle.....	42
II.1.1- Présentation des données.....	42
II.1.2- Hypothèses actuarielles du modèle	43
II.1.3- Projection du contrat d'assurance emprunteur.....	43
II.2-Le contrat emprunteur dans le référentiel Solvabilité 1.....	45
II.2.1- Les Provisions	45
II.2.2- Le compte de résultat	46
II.2.3- La Marge de Solvabilité	48

II.2.3.1- Les flux actionnaires	49
II.2.3.1.1- Le Taux de Rentabilité Interne (TRI).....	50
II.2.3.1.2- La Net Present Value (NPV).....	50
II.2.3.2- Indicateur de rentabilité sur le résultat	51
II.2.3.3- Les ratios sinistres/primes	51
II.2.4- Application	51
II.2.4.1-Tarifification du contrat	51
II.2.4.2 Mise en place du compte de résultat comptable.....	52
II.2.4.3 L'exigence de marge de solvabilité (EMS).....	53
II.2.4.4 Indicateurs de rentabilité du résultat de l'assureur sur un portefeuille Emprunteurs	55
II.2.4.5 Le ratio sinistres sur primes.....	55
II.2.4.6 Impacts du commissionnement fixe sur la rentabilité du portefeuille	56
II.3- L'assurance emprunteur dans le référentiel Solvabilité 2	57
II.3.1- Présentation de la Directive Solvabilité 2	58
II.3.1.1- Les objectifs de la réforme.....	58
II.3.1.2- Les trois piliers du système Solvabilité 2.....	58
II.3.1.2.1- Pilier 1 : Les exigences quantitatives-Détermination du niveau de capital requis	58
II.3.1.2.2- Pilier 2 : Les exigences qualitatives (Activités de contrôle et gouvernance)	60
II.3.1.2.3- Pilier 3 : Les exigences d'information au public et à l'autorité de contrôle.....	60
II.3.2- Calcul du SCR selon la formule standard.....	60
II.3.2.1- Calcul du Basic Solvency Capital Requirement (BSCR).....	61
II.3.2.2- Calcul du SCR opérationnel <i>SCR_{Op}</i>	64
II.3.2.3- Calcul de l'ajustement.....	65
II.3.3- Rôle du commissionnement variable.....	65
II.3.4- Application au portefeuille emprunteur de l'assureur sous le référentiel Solvabilité 2.	66
II.3.4.1- Détermination du SCR.....	66
II.3.4.2- Etude de rentabilité du portefeuille dans le référentiel Solvabilité 2.....	70
II.3.4.3- Impacts du passage au mode de commissionnement variable sur le montant de SCR	72
III. METHODE D'OPTIMISATION DU COMMISSIONNEMENT VARIABLE DANS LE BUT DE MINIMISER LE <i>SCR</i>	74
III.1- Programme d'optimisation statique du mode de commissionnement variable	74
III.1.1-Méthode N°1 : Mise en place du programme à deux contraintes.....	74

III.1.2-Méthode N°2 : Ajout de nouvelles contraintes au programme d'optimisation	79
III.1.3- Méthode N°3 : Intégration de la notion de Résultat Technique Pur dans la rémunération variable optimale des apporteurs.....	82
III.1.4- Méthode N°4 : Simplification du mode de commissionnement variable par le résultat technique pur	86
III.2- Méthode d'optimisation dynamique du mode de commissionnement variable	90
III.2.1.Méthodologie de calcul des SCR futurs.....	90
III.2.2-Détermination du mode de commissionnement variable optimal permettant de minimiser le montant des SCR futurs.....	93
III.2.2.1- Méthode N°1 : Programme d'optimisation à deux variables	93
III.2.2.2- Méthode N°2 : Programme d'optimisation à deux variables avec ajout de deux nouvelles contraintes	103
III.2.2.3- Méthode N°3 : Intégration d'une nouvelle variable dans le mode de commissionnement variable optimal.....	110
III.2.2.4- Méthode N°4 : Programme d'optimisation à une variable- Simplification de la méthode de commissionnement variable optimal	117
III.2.2.5- Méthode N°5 : Programme d'optimisation du commissionnement variable avec maximisation du surplus de l'assureur.....	120
III.2.3-Synthèse	125
III.3- Discussions et recommandations.....	126
Conclusion	128
Bibliographie.....	129
Articles rattachés au sujet :	129
Ouvrage:	129
Mémoires d'actuariat :	129
Supports de cours :	129
Sites Internet :	129
Table des Annexes.....	131
Annexe N°1 : Les principaux textes de référence.....	132
Annexe N°2 : Table de mortalité réglementaire TH 00-02.....	134
Annexe N°3 : Courbe des taux EIOPA sans VA au 31/12/2014	137
Annexe N°4 : Méthode de commissionnement variable en fonction du ratio S/P	141
Annexe N°5 : Algorithme du Solveur Excel.....	142
Annexe N°6 : Détails des résultats de la Méthode n°4 dans le cadre de l'optimisation dynamique..	144
Table des illustrations.....	146

Introduction

Lors d'un emprunt auprès d'un établissement de crédit, les emprunteurs ont l'obligation de souscrire à une assurance : L'Assurance Des Emprunteurs (couramment appelée « ADE »). Elle est considérée comme le produit emblématique de la prévoyance et constitue une condition nécessaire à la souscription d'un prêt (le plus souvent immobilier). Il s'agit d'une assurance temporaire qui garantit le remboursement du capital restant dû par l'assuré selon le type de garantie souscrite. Il existe plusieurs types de garanties correspondants aux risques inhérents à un emprunt : Décès ou Perte Totale et Irréversible d'Autonomie (PTIA), Incapacité/ Invalidité et perte d'emploi.

Il existe deux types de contrats d'assurance des emprunteurs : les contrats collectifs et les contrats individuels. Ces contrats permettent, d'une part, de protéger l'emprunteur contre l'impossibilité de rembourser son crédit en cas de réalisation d'un risque souscrit et, d'autre part, d'assurer l'établissement prêteur (banque) un remboursement du crédit accordé à l'emprunteur. L'établissement bancaire joue souvent le rôle d'apporteurs d'affaires entre assureurs et emprunteurs et touche pour cela des commissions.

En contrepartie des garanties proposées par l'assureur, l'assuré paye des cotisations, autrement appelées primes. Ces primes peuvent être déterminées de deux façons : en fonction du capital restant dû (dans ce cas, la prime versée suit la décroissance de ce capital) et en fonction du capital initial (la prime est alors constante tout au long du prêt). Ces primes dépendent également d'informations collectées par l'assureur auprès de l'emprunteur : c'est la tarification du contrat.

Lors de l'étape de tarification du contrat, l'assureur se doit de déterminer l'ensemble des flux à venir. Il projette pour cela les différents flux du contrat (primes, frais, commissions,...) afin d'obtenir des comptes de résultats comptables sur les périodes futures. A partir de ces flux futurs, l'assureur peut alors calculer le niveau de capital nécessaire pour faire face à ses engagements selon le référentiel *Solvabilité 1* : L'Exigence de Marge de Solvabilité (EMS).

La mise en vigueur de la directive *Solvabilité 2* au 1^{er} Janvier 2016 va entraîner l'introduction de nouvelles exigences en termes de provisionnement et d'exigence de capital afin de renforcer la protection de l'assuré tout en améliorant la gestion des risques de l'assureur. Ainsi, le mode de provisionnement technique initial laisse place au calcul du *Best Estimate* (moyenne des flux futurs probabilisés) et du capital de solvabilité requis appelé, *le Solvency Capital Requirement (SCR)*. Pour obtenir ces résultats, il conviendra d'élaborer un outil *Excel/ VBA* de projection des flux et de modélisation *Solvabilité II* dans le cadre de la garantie Décès du contrat.

L'objectif de tout assureur étant de minimiser son SCR, ce mémoire s'attache à déterminer un mode de commissionnement variable optimal des apporteurs qui permettra de réduire le SCR.

Afin de répondre à cette problématique, ce mémoire s'articulera en trois parties :

Dans une première partie, il s'agira de présenter les contrats emprunteurs ainsi que les différentes garanties proposées dans le cadre de ces contrats. Après avoir défini ces contrats, il sera alors effectué un bref rappel des principes généraux de tarification pour ensuite étudier les principales méthodes de tarification selon les caractéristiques du prêt (Capital Restant Dû, Capital Initial, Mensualité de crédit) en se concentrant sur la garantie Décès. Cela aboutira alors à une étude de sensibilité du tarif des contrats pour la garantie décès selon différents paramètres tels que l'âge de l'assuré ou encore le mode de remboursement du prêt.

Après avoir présenté les contrats emprunteurs, la deuxième partie de notre étude s'attachera à projeter les différents flux de ces contrats afin d'établir des comptes de résultats sur des périodes futures. Ce calcul prévisionnel permet de mesurer quantitativement les volumes à venir, d'évaluer la rentabilité associée au produit ainsi que les besoins en capitaux dans le référentiel *Solvabilité 1*.

La mise en vigueur de la directive Solvabilité II au 1er janvier 2016 nous conduira naturellement à modéliser ces résultats selon cette nouvelle norme prudentielle. Ainsi, l'assureur se verra dans l'obligation de revoir son mode de calcul des provisions qui sera remplacé par le calcul du *Best Estimate* et de la Marge pour Risque, ainsi que son niveau de capital requis pour faire face à ses engagements, le *SCR*.

Enfin, l'objectif de l'assureur étant de réduire son *SCR*, la troisième partie de ce mémoire s'appliquera à déterminer un mode de rémunération variable des apporteurs permettant de minimiser le *SCR*. Pour cela, il sera mis en place différentes méthodes d'optimisation statiques et dynamiques avec la mise en place d'un outil *Excel/VBA* afin de projeter les *SCR* futurs. Ces modes de commissionnement optimal obtenus feront ensuite l'objet d'une discussion entre l'assureur et l'apporteur d'affaires afin de choisir un mode de commissionnement optimal assurant un partage de risque entre les deux parties.

Cette première partie du mémoire a pour objectif de définir l'assurance emprunteur et de présenter les différents types de contrats et de garanties qu'elle propose. Nous verrons également les différents enjeux actuels autour de ce marché.

I.1- Les différents types de contrats

Il existe 2 types de contrats en assurance emprunteur protégeant à la fois l'emprunteur et l'établissement bancaire proposant le crédit : les contrats collectifs et les contrats individuels.

I.1.1- Les différents intervenants du contrat d'assurance emprunteur

Les intervenants dans le cadre d'un contrat d'assurance des emprunteurs sont les suivants :

- \\ L'assureur : L'assureur, en assurance emprunteur, est une personne morale, agréée par le régulateur, dont le rôle est de définir et de gérer les risques décès, invalidité et arrêt de travail. Cela se traduit concrètement par une garantie en capital soit en cas de vie, soit en cas de décès de l'assuré. Ainsi, l'assureur perçoit les primes et verse en contrepartie des prestations soit vis-à-vis de l'assuré, soit vis-à-vis du bénéficiaire.
- \\ La Banque (ou établissement de crédit): La banque joue le rôle d'organisme prêteur dans le cadre d'opérations de crédit qui ont lieu avec ses emprunteurs. Ces établissements de crédit, désirant se couvrir contre le risque de non-remboursement des emprunteurs vont jouer le rôle de souscripteur d'un contrat d'assurance. La spécificité de l'assurance emprunteur est que le souscripteur (banque) a également la qualité de bénéficiaire. En effet, l'assureur se substitue à l'emprunteur pour le paiement de sa dette auprès de l'établissement de crédit.
- \\ L'assuré : Il est obligatoirement une personne physique. C'est sur sa personne que repose le risque liée à la durée de vie humaine. L'assuré signe le bulletin de souscription le liant avec l'assureur par le respect des conditions de la notice (contrat individuel). Dans le cadre du contrat de groupe, l'assuré devient alors un adhérent. Il peut néanmoins être distinct de l'affilié.
- \\ Le souscripteur: Celui-ci peut se distinguer de l'assuré lorsque l'emprunteur désigne une personne morale. Par exemple, dans le cas d'un emprunt contracté par une société, c'est la société qui joue le rôle du souscripteur et le dirigeant (ou l'associé) qui sera l'assuré en qualité de responsable légal ou de caution. En règle générale, Le souscripteur est payeur des primes mais cela n'est pas obligatoire conformément à l'article L132-19 du Code des assurances qui stipule que tout intéressé peut se substituer au contractant pour payer les primes.
- \\ Le bénéficiaire : Il s'agit de la personne désignée par le souscripteur pour bénéficier des prestations versées en cas de réalisation d'un risque couvert. Dans la plupart des cas, le bénéficiaire est le banquier qui accorde un prêt au souscripteur et bénéficie du remboursement du crédit en cas de réalisation du risque assuré.
- \\ L'affilié : Il s'agit d'une personne physique appartenant à un groupe assurable. Ces derniers doivent avoir un lien de même nature (Ex : contrat de travail) avec le souscripteur.

- \\ Le courtier : Assez fréquemment, les échanges entre l'organisme financier et l'assureur passent par un courtier ou un agent général, qui peut avoir deux rôles :
- Le rôle d'intermédiaire et d'apporteur d'affaires : il est chargé par l'organisme financier de négocier avec l'assureur les taux de cotisations, taux de commissions et garanties.
 - Le rôle de gestionnaire : il peut, en tant que délégué de l'assureur, gérer les adhésions, l'acceptation des risques et le règlement des sinistres.

I.1.2- Les contrats dits de « groupe »

D'après l'article L141-1 du Code des Assurances, l'assurance de groupe se définit comme étant un « *contrat souscrit par une personne morale ou un chef d'entreprise en vue de l'adhésion d'un ensemble de personnes répondant à des conditions définies au contrat, pour la couverture des risques dépendant de la durée de la vie humaine, des risques portant atteinte à l'intégrité physique de la personne ou liés à la maternité, des risques d'incapacité de travail ou d'invalidité ou du risque de chômage. Les adhérents doivent avoir un lien de même nature avec le souscripteur.* »

Le contrat de travail constitue ce lien de même nature qui unit :

- \\ Un salarié (qui adhère au contrat d'assurance de groupe)
- \\ Et son employeur (qui souscrit le contrat)

On distingue deux grandes catégories d'assurance de groupe :

- \\ Celle à adhésion obligatoire, on parle de groupe « **fermé** »
- \\ Celle à adhésion facultative, on parle alors de groupe « **ouvert** ».

Lorsque le souscripteur n'est pas un organisme financier mais une association, on parle de contrat « groupe ouvert ». Les assurés sont liés en tant qu'adhérents de l'association, mais peuvent obtenir un prêt auprès de n'importe quelle banque.

Cette pratique existait au départ pour les prêts ou assurés hors normes, c'est-à-dire tous ceux qui ne peuvent pas ou ne souhaitent pas entrer dans un contrat collectif classique :

- \\ les jeunes pour qui le tarif mutualisé revient cher par rapport à un tarif à l'âge
- \\ les seniors qui dépassent la limite d'âge à l'adhésion
- \\ les gros capitaux qui dépassent le montant maximal assurable
- \\ les risques médicaux aggravés.

L'assureur lui-même crée une association à laquelle adhèrent ces assurés, ce qui lui permet de mettre en place un contrat avec des tarifs à l'âge et qui possède des caractéristiques différentes d'un contrat classique, avec des âges maximum de garanties plus élevés et des plafonds assurables plus importants. Cela permet également d'y inclure les personnes atteintes de risques médicaux aggravés plus facilement, avec des taux d'aggravation supérieurs à ceux des contrats groupes. Certaines associations de malades, comme l'Association Française des Diabétiques, passent des contrats groupes ouverts avec un assureur, pour faciliter l'accès à l'emprunt des personnes diabétiques.

Ce marché, que l'on appelle également « l'assurance individuelle emprunteurs », continue à se développer. Les contrats ne s'adressent plus uniquement à des associations, mais sont également souscrits par des courtiers grossistes en assurance, ou par des courtiers en crédit immobiliers.

L'assurance de groupe emprunteur est souscrite par les établissements de crédit au profit de leurs clients emprunteur en vue de se garantir contre les risques liés à la personne de leurs débiteurs. Ces contrats de groupe présentent de nombreux avantages pour l'emprunteur :

- \\ Des formalités d'adhésion plus simples
- \\ Des risques mutualisés, c'est-à-dire répartis entre tous les emprunteurs ayant adhéré au contrat de groupe.
- \\ Des coûts réduits dus au grand nombre de personnes assurées.

Les contrats d'assurance de groupe présentent néanmoins certaines limites liées à l'âge, la profession de l'emprunteur ou encore au montant emprunté.

Lorsqu'une personne ne rentre pas dans le cadre global, l'assureur peut proposer la prise en charge des garanties contre le paiement d'une surprime, ou encore limiter l'étendue de sa garantie.

Il existe également d'autres solutions que peut éventuellement proposer l'assureur ou l'emprunteur :

- \\ La souscription d'un contrat spécifiquement adapté au risque présenté,
- \\ Le transfert au profit du prêteur des garanties souscrites dans le cadre d'un contrat d'assurance vie,
- \\ Le nantissement d'un capital (bons de capitalisation...),
- \\ Le recours à d'autres sûretés, telles que le nantissement d'un portefeuille de valeurs mobilières, la caution ou le gage.

I.1.3- Les contrats individuels

Depuis le 1er Septembre 2010, l'emprunteur a la possibilité de souscrire, en garantie de l'emprunt, un contrat d'assurance auprès de l'assureur de son choix. Le prêteur ne peut refuser un autre contrat d'assurance dès lors qu'il présente un niveau de garantie équivalent au contrat d'assurance de groupe qu'il propose. Toute décision de refus de sa part doit être motivée.

Ces contrats permettent ainsi une individualisation des tarifs tenant compte des critères propres à l'individu tels que : son âge, sa catégorie socio-professionnelle, son état de santé et le montant de son emprunt.

Ce type de contrat est donc plus intéressant pour les « bons » risques car il s'agit d'un contrat « personnalisé » et donc adapté aux caractéristiques de chacun. A l'inverse, ce contrat est beaucoup moins bénéfique que le contrat de groupe pour les « mauvais » risques.

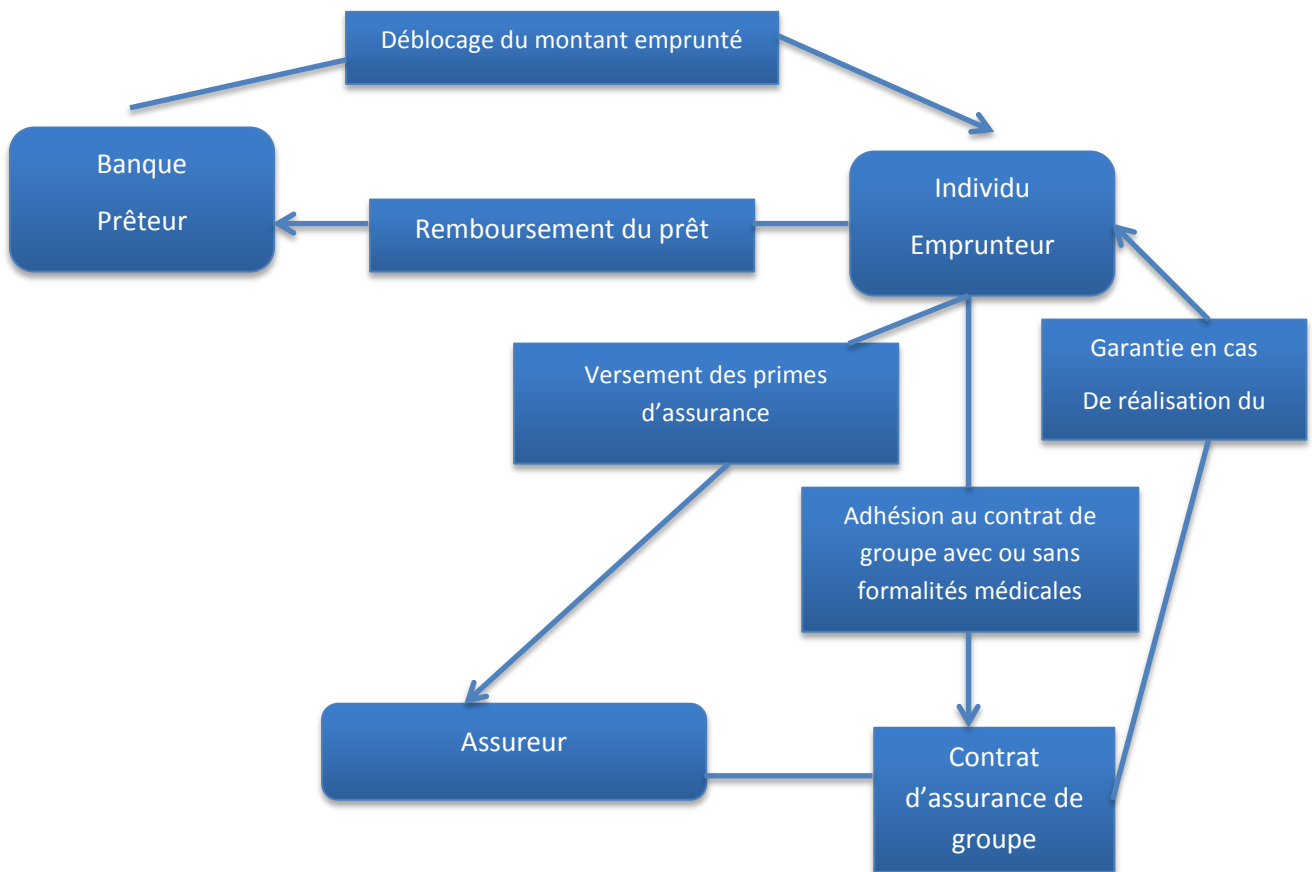


Figure 5: Les acteurs du marché de l'assurance emprunteur

Après avoir déterminé les différents types de contrats d'assurance dans le cadre d'un emprunt, il s'agit maintenant d'étudier les garanties proposées ainsi que les différentes méthodes de tarification de ces contrats.

I.2- Présentation des différentes garanties et tarification

Le contrat Emprunteur propose à l'assuré différentes sortes de garanties qui permettront de le couvrir du risque de non remboursement du prêt effectué.

I.2.1- Les garanties proposées en Assurance Des Emprunteurs

Les principales garanties proposées dans un contrat d'Assurance Emprunteur sont les suivantes :

- \\ La garantie Décès
- \\ La garantie Perte Totale et Irréversible d'Autonomie (PTIA) proposée la plupart du temps avec la garantie Décès.
- \\ La garantie Incapacité/Invalidité de Travail (ITT, ITP)
- \\ La garantie Perte d'Emploi (PE)

Nous allons commencer par définir chacune d'entre elles et en étudier les spécificités :

- La Garantie Décès :

La garantie décès est indispensable dans le cadre d'un contrat emprunteur. Celle-ci cesse lorsque l'assuré atteint l'âge de 65 ou 70 ans selon les contrats d'assurance. Au décès de l'assuré, l'assureur se substitue à l'emprunteur pour le remboursement du capital restant dû à la date du sinistre.

En revanche, d'après l'article L132-7 du Code des assurances, en cas de suicide au cours de la 1^{ère} année, la garantie ne s'applique pas. Elle ne couvre le risque de suicide qu'à partir de la deuxième année de contrat.

Après avoir défini la garantie décès, nous allons maintenant aborder une garantie souvent assimilée à celle énoncée précédemment : la garantie Perte Totale et Irréversible de l'Autonomie (PTIA)

- La Garantie Perte Totale et Irréversible de l'Autonomie (PTIA)

La garantie PTIA est généralement associée à la garantie Décès et sera souvent exigée par la banque pour l'octroi d'un prêt. Cette assurance couvre l'incapacité totale et irréversible de se livrer à une occupation ou à un travail quelconque pouvant procurer un gain ou profit et nécessitant l'assistance d'une tierce personne pour accomplir les actes essentiels de la vie quotidienne (3^{ème} catégorie d'incapacité/invalidité de la Sécurité Sociale).

Comme pour la garantie Décès, la société d'assurance prend en charge le paiement du capital restant dû selon la quotité (part de capital à garantir) choisie lors de la souscription du contrat.

- La Garantie Incapacité de travail/Invalidité (aussi appelé Arrêt de Travail)

Cette garantie, bien que facultative, est imposée la plupart du temps par les établissements prêteurs.

Elle concerne deux risques principaux pour l'assuré :

- \\ L'incapacité Totale de Travail (ITT)
- \\ L'Invalidité Permanente et Totale (IPT)

L'Incapacité Totale de Travail (ITT) : Cette garantie vise à prendre en charge les échéances du prêt en cas d'incapacité complète et temporaire de l'emprunteur à exercer son activité professionnelle, suite à une maladie ou un accident, jusqu'à la reprise (même partielle) du travail. Cette incapacité doit être médicalement reconnue et ne doit pas excéder une période de 36 mois. Tout assuré n'exerçant pas d'activité professionnelle à la date de réalisation (survenance) du risque est exclu de la garantie.

L'Invalidité Permanente et Totale (IPT) : Un assuré est considéré en Invalidité Permanente de Travail lorsqu'il se trouve dans l'impossibilité, après constat médical, d'effectuer toute activité professionnelle de façon définitive. Au sens de la Sécurité sociale, cet état correspond à un taux d'incapacité supérieur ou égal à 66% (Invalides de 2^{ème} catégorie). Dans ce cas, de même que pour l'incapacité, l'assuré peut bénéficier de l'exonération du paiement de ses cotisations par l'assureur qui peut régler directement à la contractante le capital restant dû.

➤ Les principales caractéristiques de cette garantie :

- ✓ La franchise d'intervention est de 90 jours. En effet, seules les périodes d'incapacité de travail de plus de 3 mois sont indemnisées.
- ✓ La nature de la prise en charge est très différente selon qu'elle soit indemnitaire ou forfaitaire. La garantie forfaitaire signifie que l'échéance assurée du prêt est versée en intégralité en cas de sinistre. En revanche, une garantie indemnitaire couvrira au maximum le montant souscrit mais limitera la prise en charge à la perte de revenus subie par l'assuré. Cela signifie que l'assuré ne sera pris en charge qu'après déduction des couvertures obtenues par ailleurs. Les contrats forfaitaires sont donc bien meilleurs que les contrats indemnitaires. De plus en plus, les prestations dans le cadre de l'arrêt de travail ont tendance à se limiter à la perte de revenu.
- ✓ La définition même de la notion d'incapacité reste à éclairer. En effet, deux définitions de l'ITT coexistent dans les contrats d'assurance emprunteur :

- \\ L'incapacité à exercer sa profession au moment du sinistre
- \\ L'incapacité à exercer toute profession au moment du sinistre.

Ainsi, la seconde définition est beaucoup plus restrictive et offre à l'assureur des possibilités de refus de prise en charge.

➤ Les exclusions de cette garantie:

Il est essentiel de se reporter au contrat d'assurance pour prendre connaissance des définitions précises des garanties accordées, qui peuvent diverger de celles de la Sécurité Sociale. En effet, les Maladies Non Objectives telles que les pathologies liées aux affections du dos (dorsales, vertébrales, rachidiennes, sacrocoxalgies, hernies...) et psychologiques (dépressions nerveuses, fibromyalgies, psychoses...) sont souvent exclues alors qu'elles représentent 20 à 25% des paiements de la garantie arrêt de travail. La sinistralité est donc bien inférieure au sens de l'assureur qu'au sens de la Sécurité Sociale car beaucoup d'assurances ne s'engagent pas à suivre les décisions de la Sécurité Sociale.

- La Garantie Perte d'Emploi

La garantie Perte d'Emploi est proposée de façon facultative par l'organisme de prêt lors de la souscription de celui-ci. Elle permet la prise en charge par l'assureur des échéances de remboursement de l'emprunteur dans le cas où il se retrouverait au chômage. Il existe deux types de remboursements en cas de perte d'emploi :

- La prise en charge immédiate des mensualités par l'assureur
- Le report de mensualité ce qui permet à l'assuré de rembourser les avances au moment quand il retrouvera un emploi.

Cette garantie paraît très avantageuse mais il est important de signaler que celle-ci est souvent liée à des tarifs élevés et soumise à des conditions.

Pour bénéficier de cette garantie, il faut que la personne soit titulaire d'un CDI (n'inclut pas la période d'essai, ni la fin d'un CDD). La mise à la retraite ou le licenciement pour faute grave est exclu, au même titre qu'une démission volontaire.

De plus, il faut également respecter un délai de carence de 3 à 6 mois pendant lequel l'assureur ne garantit pas la perte d'emploi ainsi qu'un délai de franchise de 90 jours à partir duquel l'assureur commence à rembourser les échéances. La durée totale d'indemnisation est toujours limitée et ne peut excéder 36 mois par période de chômage. Contrairement aux garanties décès et incapacité/invalidité, il n'existe aucune table officielle pour tarifier la garantie Perte d'Emploi. Dans ce mémoire, cette garantie ne sera pas prise en compte.

1.2.2- La sélection médicale

Du point de vue de l'assureur, le contrat emprunteur est un contrat à adhésion facultative car seuls les individus qui le souhaitent adhéreront. Cela induit donc un risque d'anti sélection. Pour pallier ce risque, les assureurs peuvent imposer aux assurés un questionnaire médical ainsi que la justification du montant du prêt. Cela permettrait ainsi d'équilibrer l'asymétrie d'information entre l'assuré et l'assureur et ainsi d'exclure les risques qu'ils ne souhaitent pas gérer dans leur portefeuille. On parle de sélection du risque.

Il existe quatre niveaux de tests médicaux :

- \\ 1^{er} Niveau : Une simple déclaration d'état de santé est demandée.
- \\ 2^{ème} Niveau : Un questionnaire médical simplifié composé d'une dizaine de questions sur les traitements ou opérations préalablement effectuées. Ce questionnaire est rempli par l'assuré lui-même ou son médecin traitant.
- \\ 3^{ème} Niveau : Un rapport médical détaillé, avec des questions plus nombreuses et plus précises, réalisé par le médecin traitant.
- \\ 4^{ème} Niveau : Un examen médical poussé (analyses de sang + examens complémentaires) effectué par un centre médical lié à l'assurance.

Le niveau du test dépend de l'âge, du capital assuré ainsi que du type de garantie souscrite.

Figure 6 : Grille des différents niveaux de tests médicaux

Encours Assuré Âge de l'Assuré	Jusqu'à 100 000 €	de 100 001 € à 150 000 €	de 150 001 € à 250 000 €	de 250 001 € à 400 000 €	de 400 001 € à 600 000 €	de 600 001 € à 1 000 000 €	de 1 000 001 € à 1 500 000 €	> 1 500 000 €
Jusqu'à 35 ans	Déclaration d'Etat de Santé			QS + Analyse de sang 1 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines	QS + RM + Analyse de sang 1 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines	QS + RM + Analyse de sang 2 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines	QS + RM + Analyse de sang 2 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines + RMF + Examen cardiologique	QS + RM + Analyse de sang 2 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines + RMF + Examen cardiologique avec test d'effort
De 36 ans à 45 ans				QS + RM + Analyse de sang 1 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines				
De 46 ans à 65 ans	Questionnaire de Santé		QS + RM + Analyse de sang 1 + PSA	QS + RM + Analyse de sang 1 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines + Examen cardiologique + PSA	QS + RM + Analyse de sang 2 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines + Examen cardiologique + PSA	QS + RM + Analyse de sang 2 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines + Examen cardiologique + PSA + RMF	QS + RM + Analyse de sang 2 + Test de cotinine urinaire + Examen d'urines + Examen cardiologique avec test d'effort + PSA + RMF	
Plus de 65 ans	QS + RM	QS + RM + Analyse de sang 1 + PSA						

QS : Questionnaire de Santé

RM : Rapport Médical

Après ces tests médicaux, l'assureur peut, s'il considère que le risque est trop élevé, accepter tout de même le risque tout en augmentant le tarif (surprime), accepter avec des exclusions (exclusion de la couverture d'un risque en particulier) ou tout simplement refuser.

Les assureurs cherchent cependant à limiter le nombre de refus à l'assurance et à en faciliter l'accès tout en limitant leur exposition au risque. C'est en ce sens qu'a été mise en place la convention AERAS (s'Assurer et Emprunter avec un Risque Aggravé de Santé), le 6 Janvier 2007, dans le but de faciliter l'accès à l'assurance pour les personnes présentant un risque aggravé de santé.

Pour y parvenir, cette convention prévoit que les assureurs présentent une offre d'assurance de crédit sans sélection médicale, à partir d'un certain niveau de capital emprunté. Elle a également prévu un système de réassurance par la table du maintien du BCAC pour les risques les plus importants. De plus, elle a établi un mécanisme de limitations de surprimes pour les personnes présentant un risque aggravé de santé et ayant souscrit à un prêt immobilier ou professionnel. L'accès à cette convention dépend de l'âge, des revenus et du type de prêt souscrit. Enfin, elle permet une meilleure accessibilité aux garanties de type invalidité.

Après avoir collecté ces différentes informations sur l'emprunteur, l'assureur réalise la tarification du contrat, qui constitue une étape essentielle de l'élaboration du produit d'assurance emprunteur. La partie suivante s'attachera donc à énumérer et à comparer les différentes méthodes de tarification mises en place par les assureurs.

1.2.2- Tarification des différentes garanties

Dans cette section, il s'agira dans un premier temps d'effectuer un bref rappel des principes généraux de tarification, pour ensuite étudier les principales méthodes de tarifications selon les caractéristiques du prêt (Capital Restant Dû, Capital Initial, Mensualités de crédit) et enfin observer plus spécifiquement son application sur la garantie Décès du contrat emprunteur.

➤ Principes généraux de tarification :

- ∞ La prime pure : Dans le cas d'un contrat d'assurance emprunteur, l'emprunteur s'engage à verser une prime d'assurance en contrepartie du remboursement du capital restant dû ou des échéances de prêt en cas de réalisation du risque garanti. La prime pure correspond au coût du risque seul. Le montant de la prime pure est déterminé par le principe d'équivalence suivant :

$$VAP^1 (\text{Engagements de l'assureur})_{t=0} = VAP (\text{Engagements de l'assuré})_{t=0} \quad (1)$$

Ainsi, la prime commerciale qui correspond au montant versé par l'emprunteur à l'assureur s'obtient de la façon suivante :

$$\text{Prime commerciale} = \text{Prime pure} + \text{Chargements} + \text{Commissions sur prime}$$

¹ VAP : Valeur Actuelle Probable

Les chargements permettent de couvrir les frais engagés par l'assureur liés à l'acquisition et à la gestion administrative et financière des contrats. De plus, les commissions correspondent à la rémunération de l'établissement bancaire en tant que rémunération de l'apporteur.

\\ Assiettes de primes: Il existe trois méthodes de tarification des primes en Assurance Emprunteur : en fonction du Capital Initial (CI), en fonction du Capital Restant Dû (CRD) ou plus rarement, en fonction de mensualités de crédit.

- En fonction du Capital Initial (CI) : Dans ce cas, le montant de la prime est constant tout au long de la durée de vie du contrat. On obtient donc la prime en appliquant la formule suivante :

$$Prime_t = Taux Prime^{CI} \times CI$$

- En fonction du Capital Restant Dû (CRD) : Dans ce cas, le montant de la prime est décroissant selon le profil du capital restant dû :

$$Prime_t = Taux Prime^{CRD} \times CRD_t$$

- En fonction d'une mensualité de crédit : Dans ce cas, le montant de la prime dépend du montant de la mensualité du crédit. La mensualité est déterminée selon le mode de remboursement du prêt que nous détaillerons dans la sous-section 1.2.4 :

$$Prime_t = Taux Prime^{Mens} \times M$$

Où : M représente la mensualité du crédit

\\ Périodicité des primes : Le versement des primes de l'emprunteur à l'assureur peut s'effectuer sous deux formes différentes :

- Une prime unique est payée par l'assuré à la souscription du contrat devant couvrir la totalité du risque pendant la durée du contrat.
- Les primes sont versées périodiquement (mensuellement, semestriellement, annuellement) jusqu'à écoulement du Capital Restant Dû.

\\ Construction de la prime : Le taux de prime proposé peut se calculer de deux manières différentes :

- Un taux constant dans le temps : on parle alors de tarification à l'âge de l'adhésion.
- Un taux variable selon la durée du crédit : on parle alors de tarification à l'âge atteint.

➤ Tarification en fonction du Capital Initial (à l'âge de l'adhésion) :

La prime unique n'étant que très rarement proposée en raison de son coût très important pour l'assuré, il sera considéré ici que les primes sont mensuelles.

De plus, il sera pris comme hypothèse de travailler avec un taux de prime pure constant pendant la durée du prêt.

La tarification en fonction du capital initial présente trois avantages principaux :

- Cela permet d'obtenir un montant de prime constant tout au long du prêt et ainsi de simplifier la gestion du contrat.
- On obtient un montant de prime plus faible les premières années
- Le taux de prime pure est plus faible, car il se rapporte à un montant plus élevé du fait de la tarification en pourcentage du capital initial.

Cependant, cette méthode présente également un inconvénient majeur : elle conduit après les premières années de l'emprunt, à un prélèvement inférieur au risque encouru par l'assureur et donc à une créance vis-à-vis de l'assuré. Cela peut s'avérer dangereux face au risque de rachats anticipés qui impliqueraient alors une perte en fin de couverture.

Ce risque est pris en compte par les assureurs qui intègrent à leurs évaluations des hypothèses de rachats anticipés. Ce risque de rachat anticipé sera abordé plus en détails dans la suite du mémoire.

Afin de déterminer le taux de prime pure en fonction du capital initial, il s'agit de trouver le taux qui permettra d'égaliser les engagements de l'assureur à ceux de l'assuré selon l'équation établie précédemment.²

Ainsi, la valeur actuelle probable des engagements de l'assuré à la date de souscription vaut :

$$VAP (\text{Engagements de l'assuré})_{t=0} = \text{Taux Prime Pure}_{CI} * CI * \sum_{j=0}^{N-1} \frac{j p_x}{(1 + i_m)^j}$$

Où : $j p_x = \frac{l_{x+j}}{l_x}$ désigne la probabilité de survie d'un individu d'âge x à l'âge x+j.

Or:

$$VAP (\text{Engagements de l'assuré})_{t=0} = VAP (\text{Engagements de l'assureur})_{t=0}$$

Par conséquent: $\text{Taux Prime Pure}_{CI} = \frac{VAP (\text{Engagements de l'assureur})_{t=0}}{CI * \sum_{j=0}^{N-1} \frac{j p_x}{(1 + i_m)^j}}$

² VAP (Engagements de l'assureur) = VAP (Engagements de l'assuré)

Avec : CI : Capital Initial

x : Âge de l'assuré

N: Durée de l'emprunt

i_m : Taux d'intérêt technique mensualisé

Le taux d'intérêt technique i_m utilisé dans ce calcul est le taux permettant d'actualiser les engagements de l'assureur et de l'assuré.

L'article A 132-1-1 du Code des assurances stipule que :

- Dans le cadre des garanties Vie, ce taux ne doit pas excéder le minimum entre 60% du TME Moyen des six derniers mois et 3,5%.

- Dans le cadre des garanties Non-Vie, ce taux ne doit pas excéder le minimum entre 75% du TME des 24 derniers mois et 3.5%.

Pour déterminer le taux d'intérêt technique mensualisé, on sait que :

$$\text{Taux Périodique} = (1 + \text{Taux annuel})^{\frac{1}{\text{Nombre de Période}}} - 1$$

$$\Rightarrow i_m = (1 + i_a)^{1/12} - 1$$

Où : i_a désigne le taux d'intérêt annuel.

➤ Tarification en fonction du Capital Restant Dû (à l'âge de l'adhésion) :

Cette méthode de tarification est plus difficile en termes de gestion que celle en fonction du capital initial. En effet, le capital restant dû diminuant chaque année, le montant de la prime suit donc la décroissance du capital restant dû. De plus, cette méthode requiert un taux de prime pure plus élevé que la méthode évoquée précédemment permettant ainsi une anticipation de la prime sur les premières années du contrat.

De la même façon que pour la tarification en fonction du capital initial, on a :

$$VAP (\text{Engagements de l'assuré})_{t=0} = \text{Taux Prime Pure}_{CRD} * \sum_{j=0}^{N-1} CRD_j * \frac{jP_x}{(1+i_m)^j}$$

$$\text{Or: } VAP (\text{Engagements de l'assuré})_{t=0} = VAP (\text{Engagements de l'assureur})_{t=0}$$

$$\text{Ainsi : } \text{Taux Prime Pure}_{CRD} = \frac{VAP (\text{Engagements de l'assureur})_{t=0}}{\sum_{j=0}^{N-1} CRD_j * \frac{jP_x}{(1+i_m)^j}}$$

Il reste alors à déterminer la valeur actuelle probable des engagements de l'assureur.

Celle-ci dépend de la garantie souscrite (décès, arrêt de travail, perte d'emploi).

➤ Tarification de la Garantie Décès :

Comme énoncé précédemment, dans le cadre de la garantie décès, l'assureur s'engage à verser le capital restant dû en cas de décès de l'assuré.

Afin de déterminer la valeur actuelle probable des engagements de l'assureur, il s'agit d'intégrer une notion fondamentale dans le cadre d'une garantie décès, qui est la probabilité de décès de l'emprunteur. Il sera pris pour hypothèse dans ce mémoire que le décès a lieu en moyenne en milieu de période, en l'occurrence ici, au milieu du mois.

La probabilité de décès annuel pour des individus d'âge x entiers est déterminée à partir de la table de mortalité réglementaire TH 00-02. Cette table a été choisie dans la mesure où il s'agit de la table la plus prudente dans le cas d'une garantie en cas de décès, car les hommes meurent plus vite que les femmes.

Les taux sont mensualisés au moyen de la formule :

$${}_{1/N}q_x = 1 - (1 - q_x)^{1/N}$$

Où,

- ∖ N désigne le nombre de périodes de l'année (12 avec le pas mensuel retenu),
- ∖ et q_x désigne la probabilité de décès à l'âge x .

Ainsi, le nombre de vivants d'âge x après chaque mois t s'obtient de la manière suivante:

Soit $x(0)$ l'âge de l'assuré en début de projection.

Ainsi, l'âge de l'assuré après t mois de projection vaut : $x(t) = x(0) + \frac{t}{12}$

Evolution du nombre de vivants (avec intégration des hypothèses de rachats anticipés)

- ∖ Nombre de passages de l'état de valide à décédé au cours du mois t :

$$NbD_1(t) = l_{x(t)} - l_{x(t+1)} = Stock_V(t) * q_x^v$$

où, $Stock_V(t)$ est le stock de valides au début du mois t et q_x^v la probabilité de décès des valides dans le mois.

Le taux de décès mensuel a donc pour expression : $\frac{l_{x(t)} - l_{x(t+1)}}{l_{x(t)}}$

- ∖ Nombre de passages de l'état de valide à l'état résilié au cours du mois t :

$$NbR_1(t) = Stock_V(t) * Taux\ de\ résiliation,$$

où, $Taux\ de\ résiliation$ est la probabilité de remboursement anticipé total ou de résiliation des valides dans le mois.

- ∖ Stock de valides au début du mois $t + 1$ est obtenu par déduction :

$$Stock_V(t + 1) = Stock_V(t) - (NbD_1(t) + NbR_1(t))$$

On obtient ainsi par itération l'évolution du nombre de vivants tout au long de la durée de l'emprunt.

Par conséquent, la valeur actuelle probable des engagements de l'assureur est égale la somme des capitaux restant dus à chaque mois t du prêt si l'assuré est en vie jusqu'en t et qu'il décède entre t et $t+1$.

$VAP(\text{Engagements de l'assureur})_{t=0}$

$$= \sum_{j=0}^{12*N-1} CRD_j * \frac{l_{x(j)}}{l_{x(0)}} * \frac{l_{x(j)} - l_{x(j+1)}}{l_{x(j)}} * \frac{1}{(1+i_m)^{j+\frac{1}{2}}}$$

$$= \sum_{j=0}^{12*N-1} CRD_j * \frac{l_{x(j)} - l_{x(j+1)}}{l_{x(0)}} * \frac{1}{(1+i_m)^{j+\frac{1}{2}}}$$

$$\text{Donc : Taux de Prime Pure}_{CRD} = \frac{\sum_{j=0}^{12*N-1} CRD_j * \frac{l_{x(j)} - l_{x(j+1)}}{l_{x(0)}} * \frac{1}{(1+i_m)^{j+\frac{1}{2}}}}{\sum_{j=0}^{N-1} CRD_j * \frac{j^{px}}{(1+i_m)^j}}$$

$$\text{De même : Taux de Prime Pure}_{CI} = CI * \frac{\sum_{j=0}^{12*N-1} \frac{l_{x(j)} - l_{x(j+1)}}{l_{x(0)}} * \frac{1}{(1+i_m)^{j+\frac{1}{2}}}}{CI * \sum_{j=0}^{N-1} \frac{j^{px}}{(1+i_m)^j}}$$

I.2.3- Les différents modes de remboursement d'un prêt

Il existe trois modes de remboursement d'un prêt :

- \\ Prêt à remboursements constants (annuités, mensualités,...)
- \\ Prêt à amortissements constants
- \\ Prêt à remboursements in fine

➤ Prêt à annuités constantes : Dans le cas d'un prêt à remboursements constants l'emprunteur rembourse, chaque année, la même somme tout au long de la durée de l'emprunt.

Etant donné que la valeur de la somme empruntée actualisée au taux d'emprunt est égale à la somme actualisée des remboursements, l'équation obtenue est la suivante :

$$CI \times (1+i)^{-0} = a \times \sum_{j=1}^N (1+i)^{-j}$$

$$\Rightarrow CI = a \times \frac{(1-(1+i)^{-N})}{i}$$

Le montant des annuités vaut donc : $a = CI \times \frac{i}{1-(1+i)^{-N}}$

Où: CI : Capital Initial
i : Taux d'emprunt annuel
N : Durée du prêt
a : Annuités versées

- Prêt à amortissements constants : L'emprunteur rembourse à chaque échéance une part constante du capital emprunté. Le montant de remboursement diminue dans le temps en raison de la valeur des intérêts qui diminue à chaque échéance du prêt.

La part du capital amorti est identique chaque année et vaut :

$$\forall k \in [1; N], A_k = A = \frac{CI}{N}$$

$$\text{Or: } CRD_k = (1 + i) * C - R_k = (1 + i) * CRD_{k-1} - (A + i * CRD_{k-1}) = CRD_{k-1} - A$$

Le remboursement vaut alors :

$$R_{k+1} = A + I_{k+1} = A + i * CRD_k = A + i * (CRD_{k-1} - A) = R_k - i * A \text{ pour } k \in [1 ; N]$$

Ici, la mensualité est constante et vaut : $M_k = \frac{CI * i}{1 - (1+i)^{-N}}$

Exemple de tableau d'amortissement : On considère un capital initial de 100 000 € au taux d'emprunt de 3.75%.

Figure 7 : Tableau Prêt Amortissements constants

Année	CRD début année	Intérêts	Amortissements	Remboursements	CRD fin d'année
1	100 000 €	3 750 €	5 000 €	8 750 €	95 000 €
2	95 000 €	3 563 €	5 000 €	8 563 €	90 000 €
3	90 000 €	3 375 €	5 000 €	8 375 €	85 000 €
4	85 000 €	3 188 €	5 000 €	8 188 €	80 000 €
5	80 000 €	3 000 €	5 000 €	8 000 €	75 000 €
6	75 000 €	2 813 €	5 000 €	7 813 €	70 000 €
7	70 000 €	2 625 €	5 000 €	7 625 €	65 000 €
8	65 000 €	2 438 €	5 000 €	7 438 €	60 000 €
9	60 000 €	2 250 €	5 000 €	7 250 €	55 000 €
10	55 000 €	2 063 €	5 000 €	7 063 €	50 000 €
11	50 000 €	1 875 €	5 000 €	6 875 €	45 000 €
12	45 000 €	1 688 €	5 000 €	6 688 €	40 000 €
13	40 000 €	1 500 €	5 000 €	6 500 €	35 000 €
14	35 000 €	1 313 €	5 000 €	6 313 €	30 000 €
15	30 000 €	1 125 €	5 000 €	6 125 €	25 000 €
16	25 000 €	938 €	5 000 €	5 938 €	20 000 €
17	20 000 €	750 €	5 000 €	5 750 €	15 000 €
18	15 000 €	563 €	5 000 €	5 563 €	10 000 €
19	10 000 €	375 €	5 000 €	5 375 €	5 000 €
20	5 000 €	188 €	5 000 €	5 188 €	0 €

- Prêt à remboursements in fine : Dans ce type de prêt, l'emprunteur verse chaque année les intérêts du prêt et ne rembourse le montant initial emprunté qu'à l'échéance du prêt.

Par conséquent, le montant versé la dernière année correspond à l'intérêt du prêt (qui est lui versé tout au long du prêt) auquel s'ajoute le montant du capital initialement emprunté.

La mensualité est donc égale à : $M_k = CI * i$.

I.2.4- Etude de sensibilité tarifaire sur les contrats d'assurance emprunteur

Cette section du mémoire s'attachera à réaliser une étude de sensibilité des tarifs du contrat emprunteur, pour la garantie Décès, selon différents paramètres tels que l'âge de l'assuré, le mode de remboursement ou encore la méthode de tarification (capital initial, capital restant dû). Il est important de noter qu'il ne peut y avoir de distinction selon le sexe pour la tarification d'un contrat. En effet, à compter du 21 décembre 2012, « La prise en compte du sexe de l'assuré en tant que facteur de risques dans les contrats d'assurance constitue une discrimination » d'après la décision de la Cour de Justice Européenne.

Pour cette étude, il sera pris en compte les hypothèses globales suivantes :

- \\ Les primes sont versées mensuellement.
- \\ Une table de mortalité TH 00-02 abattue de 30%.
- \\ Un taux de rachat anticipé annuel de 6%.
- \\ Un taux d'intérêt technique annuel de 0,75% choisi conformément à l'article A 132-1-1 du Code des assurances cité dans la section I.2.3.

I.2.4.1-Impact de la méthode de tarification sur le taux de prime pure : Comparaison de la tarification en fonction du Capital Initial (CI) et du Capital Restant Dû (CRD)

Soit un individu de 41 ans ayant emprunté la somme de 101 737 € sur 20 ans au taux d'emprunt de 3,75%.

Il a été détaillé précédemment, lors de la partie I.2.3, la méthode de calcul du taux de prime pure en fonction du capital initial et du capital restant dû.

On obtient alors les résultats suivants sur la garantie Décès:

Figure 8: Tableau comparatif taux de prime pure CI et CRD

Taux de Prime Pure CI		Taux de Prime Pure CRD	
Annuel	Mensuel	Annuel	Mensuel
0,09%	0,008%	0,14%	0,012%

Il est intéressant de remarquer que la tarification en fonction du Capital Restant Dû conduit à un taux de prime en apparence plus élevé que celui calculé en fonction du Capital Initial. Cette différence s'explique par le fait que le taux de prime CRD est assis sur une base plus faible : le Capital restant dû du crédit.

On obtient alors le montant de prime pure mensuelle CRD ou CI de la façon suivante :

$$Prime\ Pure_t^{Mens\ CRD} = Taux\ Prime\ Pure_{CRD}^{Mens} * CRD_t$$

De même :

$$Prime\ Pure_t^{Mens\ CI} = Taux\ Prime\ Pure_{CI}^{Mens} * CI$$

Le graphique suivant nous permet d'observer l'évolution du montant des primes mensuelles versées par l'assureur pendant la durée du prêt selon ces deux méthodes :

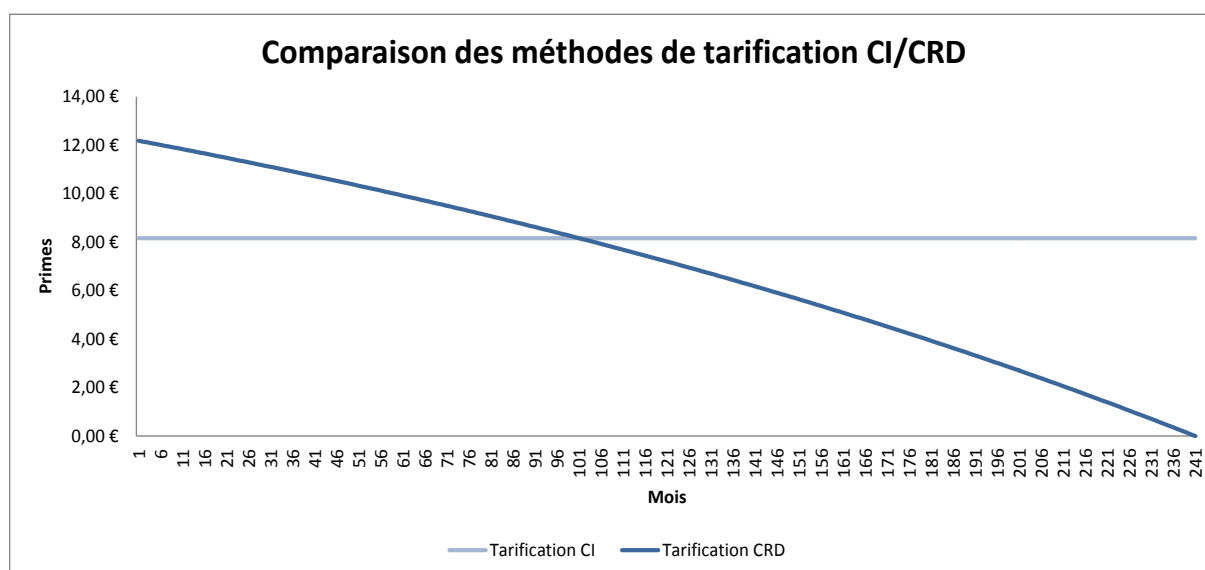


Figure 9: Comparaison des primes versées selon les méthodes de tarifications CI et CRD

On remarque que le montant de la prime pure est constant pendant toute la durée du prêt dans le cas d'une tarification sur capital initial car prélevée sur un montant de capital initial fixe.

A l'inverse, dans le cas d'une tarification sur Capital restant Dû, le montant de la prime pure suit la décroissance du Capital Restant Dû du crédit tout au long de l'emprunt.

En sommant ces primes mensuelles en fonction du Capital Initial et du Capital Restant Dû, on obtient

Figure 10 : Tableau Montant Total des primes pures mensuelles sur CRD et sur CI

Montant Total Primes Pures mensuelles sur CRD	Montant Total Primes Pures mensuelles sur CI
1 645,92 €	1 966,95 €

On constate que la méthode de tarification sur Capital initial coûte plus cher à l'emprunteur que la méthode sur Capital Restant Dû : En effet, lors des premières années du contrat emprunteur, les primes mensuelles versées dans le cadre d'une tarification CRD sont plus élevées que les primes calculées sur la base du capital initial. Cependant, du fait de la décroissance du capital restant dû, le montant des primes CI, qui elles, restent constantes, surpasse très vite les montants de primes CRD ce qui explique un montant global de primes sur CI plus élevé dans le cadre de la garantie décès.

Par ailleurs, la tarification en fonction du capital restant dû (hors hypothèses de rachats anticipés) permet d'anticiper la prime sur les premières années du contrat et ainsi de prendre une marge suffisante au départ pour faire face à la croissance du risque liée à une hausse de la mortalité combinée à la décroissance du capital restant dû. Le graphique suivant permet de bien voir cette hausse des prestations face à la diminution des primes :

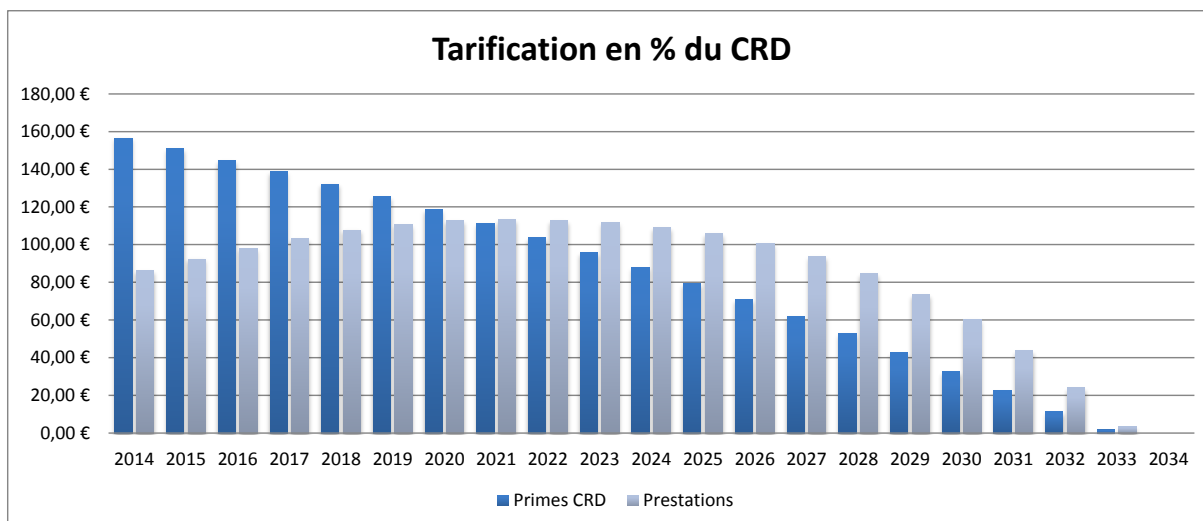


Figure 11 : Graphique Tarification en % du CRD

En revanche, la tarification en % du capital initial (hors hypothèses de rachats anticipés) conduit, après les premières années de l'emprunt, à un prélèvement de prime inférieur au risque ce qui induit une créance de l'assureur vis-à-vis de l'emprunteur qui sera comblée en fin de prêt lorsque les primes dépasseront les prestations versées. Voici le graphique montrant l'évolution des primes par rapport aux prestations versées :

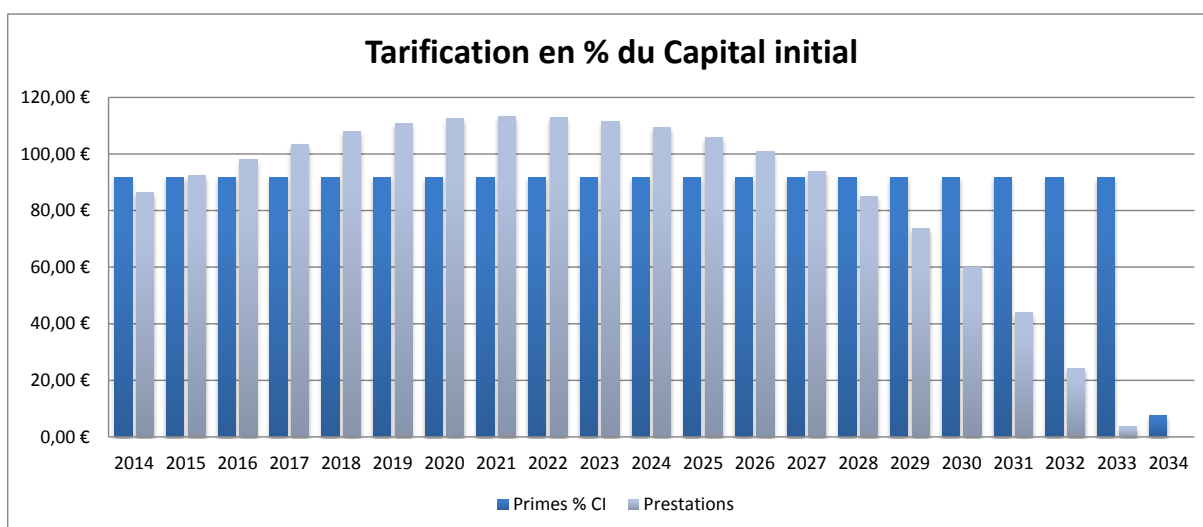


Figure 12 : Graphique Tarification en % du Capital Interne

Dans ce cas, l'assureur se retrouverait face à un risque important de rachats anticipés car, en cas de rachat, l'assureur ne toucherait pas les primes prévues en fin de contrat. C'est la raison pour laquelle les assureurs ont intégré à leur modèle une hypothèse de rachats anticipés afin de faire face à ce risque important.

1.2.4.2- Impact de l'âge sur le montant de la prime pure

Soit un prêt d'un montant de capital initial de 101 737 € contracté par un individu sur 20 ans au taux de 3.75%.

Afin de quantifier l'impact de l'âge sur le taux de prime pure, il serait intéressant de tester l'exemple précédant à différents âges :

Figure 13 : Tableau Impact de l'âge sur Taux de Prime Pure CI et CRD

Age de l'assuré	Taux de Prime Pure CI	Taux de Prime Pure CRD
20 ans	0,002 %	0,003 %
30 ans	0,003 %	0,005 %
41 ans	0,008 %	0,012 %
50 ans	0,015 %	0,023 %
60 ans	0,034 %	0,051 %

Ce tableau montre que, dans le cadre de la garantie décès, les taux de primes pures mensuelles CI ou CRD augmentent avec l'âge du fait de l'augmentation du risque de mortalité modélisé à partir de la table réglementaire TH 00-02.

1.2.4.3- Impact du mode de remboursement sur la tarification

Le graphique suivant montre l'évolution du Capital Restant Dû en fonction des différents modes de remboursements: Mensualités constantes, Amortissements constants, remboursements *in fine*.

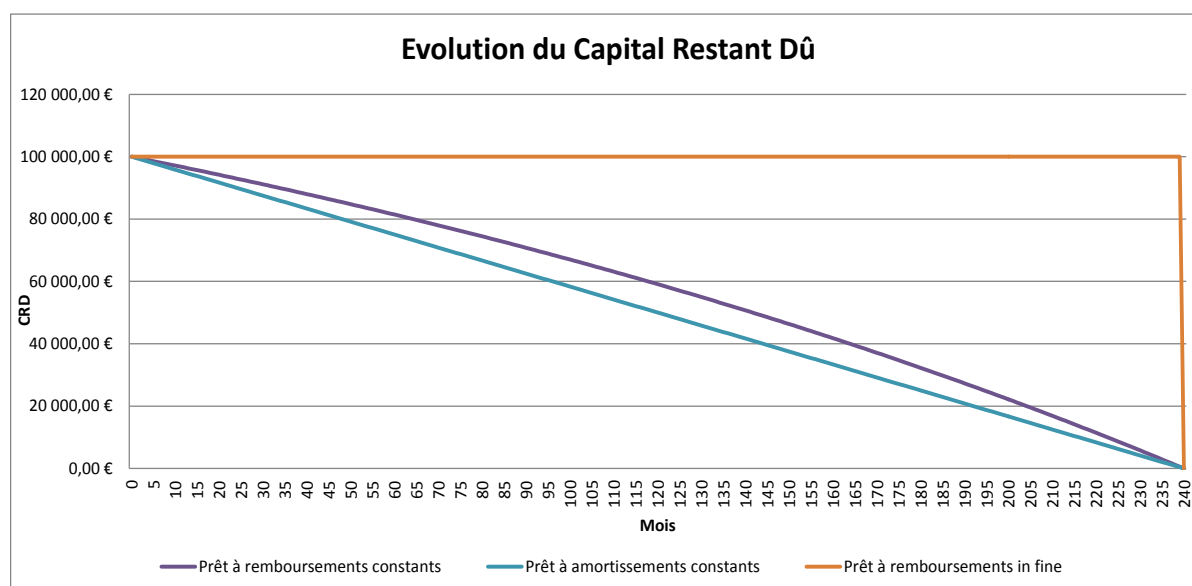


Figure 14 : Graphique Evolution du Capital Restant Dû

Ainsi, on en déduit que, dans le cas d'une tarification sur capital restant dû, le montant total des primes versées mensuellement est le plus important dans le cadre d'un prêt à remboursements in fine. Ceci s'explique par le fait que le capital initial n'est remboursé qu'à l'échéance du prêt.

On peut également remarquer que le coût de l'assurance pour la garantie décès est plus élevé pour un prêt à remboursements constants que pour un prêt à amortissements constants

I.3- Les enjeux actuels de l'Assurance Des Emprunteurs

Le marché de l'assurance emprunteur est en constante évolution. Dans cette partie, nous présenterons le contexte du marché de l'emprunteur et les évolutions de ce marché.

I.3.1- Les chiffres du marché de l'assurance emprunteur

- Une très légère hausse des cotisations : Le montant des cotisations au titre des contrats d'assurance emprunteur est de 8 277 millions d'euros en 2013, soit une progression de 1 % par rapport à l'année 2012.

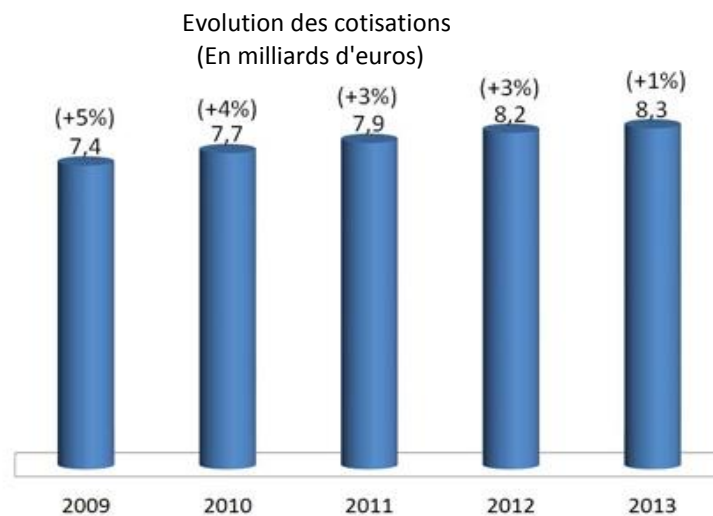


Figure 15 : Graphique Evolution des cotisations (Source FFSA)

Fin 2013, le montant de l'encours des prêts accordés aux ménages en France par les établissements de crédit est de 1 157 milliards d'euros, en progression de 3 % par rapport à 2012. Les cotisations d'assurance emprunteur représentent ainsi 0,7 % de l'encours des crédits des ménages en France en 2013, un chiffre stable depuis 2012.

- 72 % de cotisations concernent les prêts immobiliers : Les cotisations d'assurance emprunteur, selon le type de prêts, se répartissent de la façon suivante pour l'année 2013 :
 - 72 % pour les prêts immobiliers (soit 5 960 millions d'euros),
 - 22 % pour les prêts à la consommation (soit 1 786 millions d'euros),
 - 6 % pour les prêts professionnels (soit 531 millions d'euros).

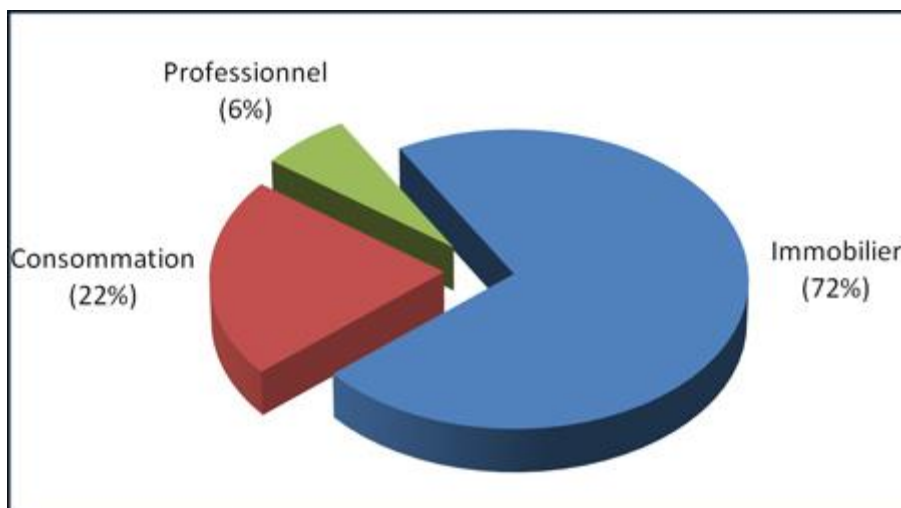


Figure 16 : Cotisations 2013 selon le type de prêt (Source FFSA)

- Une nette progression des cotisations au titre des garanties Perte d'emploi : Les cotisations d'assurance emprunteur, selon le type de garanties, se répartissent de la façon suivante pour l'année 2013 :
 - 70 % pour les garanties décès (soit 5 757 millions d'euros),
 - 27 % pour les garanties incapacité-invalidité (soit 2 216 millions d'euros),
 - 4 % pour les garanties perte d'emploi (soit 304 millions d'euros).

En 2013, les cotisations relatives aux garanties décès sont restées stables et celles au titre des garanties incapacité-invalidité ont augmenté de 3 %. Les garanties perte d'emploi ont connu une hausse de 9 %.

- 11% des cotisations au titre des contrats souscrits auprès de l'assureur choisi par l'emprunteur : Depuis le 1er septembre 2010, l'établissement de crédit doit informer l'emprunteur qu'il peut souscrire l'assurance auprès de l'intermédiaire de son choix dès lors que celle-ci présente des garanties équivalentes au contrat proposé par l'établissement de crédit. La « délégation d'assurance » désigne le fait d'assurer un prêt immobilier auprès d'un assureur autre que celui proposé par l'établissement de crédit. Les cotisations d'assurance emprunteur, selon le type de contrats, se répartissent de la façon suivante pour l'année 2013 :
 - 89 % au titre des contrats souscrits par un établissement de crédit pour le compte de leurs clients (soit 7 332 millions d'euros),
 - 11 % au titre des contrats souscrits en délégation d'assurance (soit 945 millions d'euros).

En 2013, les cotisations relatives aux contrats d'assurance emprunteur en délégation d'assurance sont restées stables alors que celles relatives aux contrats des établissements de crédit ont progressé de 2 %. Ainsi, la part relative des cotisations en délégation d'assurance baisse légèrement (11,4 % contre 11,6 % en 2012). Pour les prêts immobiliers, la part relative des contrats en délégation d'assurance dans les cotisations est de 15,2 % en 2013. Ce taux était de 16 % en 2012.

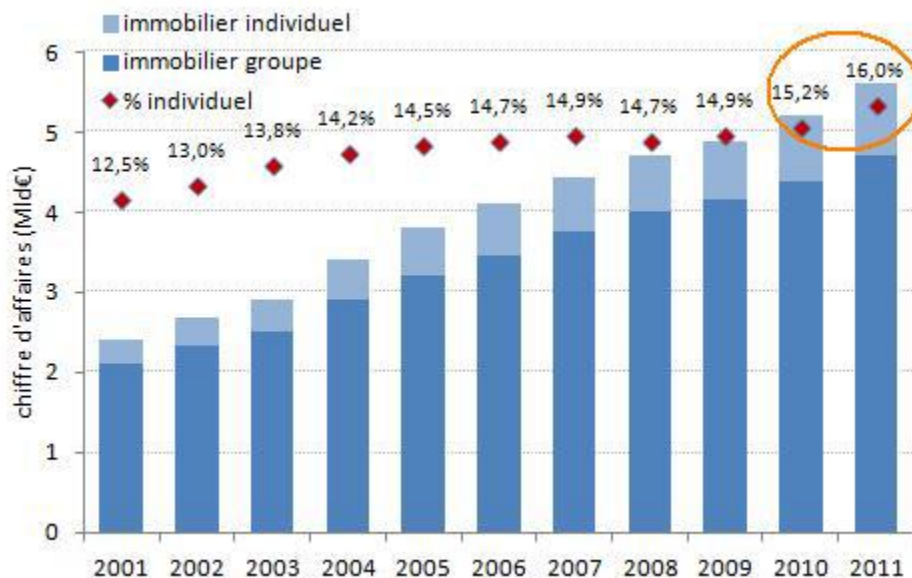


Figure 17 : Graphique Répartition du Chiffre d’Affaire par type de contrat (Source FFSA)

I.3.2- Les impacts des réformes Lagarde/Hamon sur le marché de l’emprunteur

\\ Loi Lagarde : Introduction de la notion d’équivalence de garantie

Avant la mise en place de la loi Lagarde, les établissements de crédit avaient la possibilité d’imposer aux emprunteurs le choix de leur assurance de crédit.

Depuis Juillet 2010, la loi Lagarde offre aux emprunteurs la possibilité de choisir librement l’assurance de leur choix à condition qu’elle propose au moins le même niveau de garantie que ce qui est proposé par l’établissement prêteur. En effet, d’après l’article L.312-9 du Code de la Consommation : « le prêteur ne peut pas refuser en garantie un autre contrat d’assurance dès lors que ce contrat présente un niveau de garantie équivalent au contrat d’assurance de groupe qu’il propose. ». En cas de refus de délégation d’assurance ce refus « doit être motivé » (suite de l’article L.312-9) par une justification écrite.

Par ailleurs, l’assuré ne doit pas être pénalisé dans le cas où il ne souscrit pas à l’assurance proposé par la Banque. En effet, « Le prêteur ne peut, en contrepartie de son acceptation en garantie d’un contrat d’assurance autre que le contrat d’assurance qu’il propose, y compris en cas d’exercice du droit de résiliation [...] ni modifier le taux, qu’il soit fixe ou variable, ou les conditions d’octroi du crédit [...], ni exiger le paiement de frais supplémentaires [...] ».

De plus, lors de l’octroi d’un prêt, une fiche d’information doit être remise à l’emprunteur afin de pouvoir comparer les différentes offres d’assurance qui existent sur le marché en fonction du type de prêt souhaité (montant, durée,...).

\\ Loi Hamon :

La loi Hamon s’inscrit dans la continuité des réformes initiées par la loi Lagarde en 2010. Ainsi, depuis le 26 Juillet 2014, les emprunteurs ont la possibilité de résilier ou de renégocier leur contrat emprunteur pendant les douze premiers mois de la signature du crédit. L’objectif de cette loi est de donner une plus grande latitude de choix pour l’emprunteur en

lui permettant de résilier son contrat afin de pouvoir trouver un contrat d'assurance à garantie au moins équivalente auprès d'une autre compagnie que celle de la banque prêteuse. Cela permet ainsi de favoriser encore davantage le jeu de la concurrence.

\\ Les impacts de ces réformes sur le marché de l'emprunteur

- ✓ Un marché de l'emprunteur plus concurrentiel : Le libre choix de l'assurance de prêt a permis au marché de l'emprunteur de se développer. En effet, les « bons » risques (les jeunes emprunteurs par exemple) ont tendance à s'orienter vers des assurances individuelles qui leur proposent de meilleurs tarifs. Cela a poussé les banquiers à revoir leur vision du produit d'assurance et donc d'adapter leurs tarifs en les ajustant sur les tarifs individuels afin de faire face à la concurrence des contrats individuels.
- ✓ Mais l'impact de la loi Lagarde sur l'évolution du taux de délégation d'assurance reste limitée : Cette loi n'a pas trouvé d'application opérationnelle par les consommateurs confrontés au lien étroit entre l'octroi par les banques d'un prêt immobilier aux conditions optimales et la souscription de leur assurance emprunteur maison. En effet, la notion d'équivalence de garantie étant restée assez « floue », celle-ci a entraîné de nombreux litiges et ralentit considérablement la délégation d'assurance. Ainsi, l'évolution du taux de délégation d'assurance est restée relativement limitée atteignant seulement 11 % en 2013, après l'instauration de la loi Lagarde.

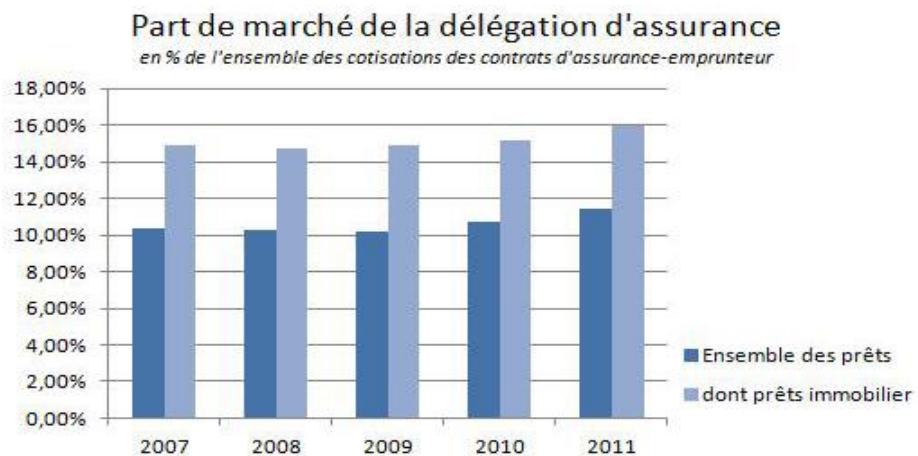


Figure 18 : Graphique représentant la part de marché de la délégation d'assurance (Source FFSA)

Ceci peut également s'expliquer par le fait que la délégation d'assurance était encore méconnue en 2011. De plus, en mars 2012, une étude avait été menée par TNS Sofres, cette étude soulignait que 37 % des sondés ignoraient leur possibilité de contracter leur assurance emprunteur en dehors de leur banque. De plus, l'étude souligne que si certains préfèrent contracter directement l'assurance proposée par leur banque, cela s'explique dans 33 % des cas par peur d'un retard de dossier et dans 31 % par peur d'un refus de leur prêt.

- ✓ La loi Hamon a eu les effets escomptés : En permettant aux emprunteurs de pouvoir changer d'assurance pendant les douze premiers mois suivant la souscription du prêt, il a été observé une hausse de 380 % des demandes de délégation au cours du premier trimestre 2015, selon une étude du courtier en ligne spécialisé *Réassurez moi*. Ces demandes sont acceptées à 95 % par la banque prêteuse, toujours selon cette étude.
Cette augmentation du taux de délégation s'explique, d'une part par l'amende de 3 000 euros infligée aux banques en cas de non-respect de leurs obligations vis-à-vis des emprunteurs et d'autre part, par le contexte de taux bas du marché qui induit une augmentation des demandes de rachat et de crédit, ce qui fait mécaniquement croître la demande en assurance emprunteur.
- ✓ Les évolutions de la notion d'équivalence de garantie : Compte tenu du flou résidant autour du terme d'équivalence de garantie, le CCSF (Comité Consultatif du Secteur Financier) a établi en janvier 2015, en concertation avec les différents acteurs de la place, une liste de critères d'analyse de l'équivalence des garanties. Ainsi, à partir d'Octobre 2015, chaque établissement prêteur devra établir sa liste de critères admissibles vis-à-vis de ses emprunteurs, à partir de celle publiée avec l'avis du CCSF. Cette liste s'appuie sur 11 critères plus 4 critères sur la garantie perte d'emploi.
Cependant, les intermédiaires en assurance rencontrent des problèmes du fait de la mainmise des bancassureurs sur le marché. C'est la raison pour laquelle l'APIC (Association Professionnelle des Intermédiaires en Crédit) et la CSCA (Chambre Syndicale des Courtiers d'Assurance) ont lancé un site « *suivi-equivalence.com* » afin de répertorier les problèmes rencontrés par les intermédiaires dans le but de faire accepter aux banques qui délivrent le prêt, un contrat d'assurance délégué.

I.3.3- Les enjeux autour de la participation aux bénéfices

La participation aux bénéfices est un des principaux enjeux en assurance des emprunteurs.

D'après l'article L331-3 du Code des assurances : « *Les entreprises d'assurance sur la vie ou de capitalisation doivent faire participer les assurés aux bénéfices techniques et financiers qu'elles réalisent, dans les conditions fixées par arrêté du ministre de l'économie et des finances* ».

Jusqu'en 2007, les contrats emprunteurs, considérés comme des contrats collectifs décès, étaient exclus de la participation aux bénéfices reversés aux assurés. Cela trouvait sa justification dans la loi avec les deux arrêtés de 1994 et 1995 qui prévoyaient une exclusion des contrats emprunteurs.

Le 23 Avril 2007, un arrêté a été adopté modifiant l'article L331-1 en supprimant l'exclusion des contrats collectifs décès à la participation aux bénéfices. Cet arrêté a donc permis de réintégrer la participation aux bénéfices des assurés pour les contrats emprunteurs. Pour remédier à cela et pour éviter de payer une double participation aux bénéfices (aux assurés et aux distributeurs), les assureurs vont modifier leur mode de commissionnement en augmentant les rémunérations des distributeurs.

L'UFC Que Choisir, qui se bat pour défendre les droits des emprunteurs, a décidé d'assigner en justice deux assureurs (CNP et Caisse d'Épargne) pour avoir distribué les bénéfices techniques et financiers aux banquiers et non aux assurés. Ils sont accusés d'avoir détourné de manière illégale, pendant 10

ans, les bénéfices techniques et financiers (11,5 milliards pour les prêts immobiliers et 4,5 milliards pour les crédits à la consommation) en les distribuant aux établissements bancaires au détriment des assurés. Le 23 Juillet 2012, le Conseil d'Etat a déclaré illégal l'arrêté excluant les contrats emprunteurs dans la redistribution des participations aux bénéfices. Suite à cette décision, les assurés demandent la restitution d'une partie des bénéfices de leur assurance de prêt. Cependant, après de nouvelles assignations au Conseil d'Etat en septembre 2014 et mai 2015, L'UFC Que Choisir a de nouveau été débouté. En effet, selon les juges, citant un récent arrêt de la Cour de Cassation du 5 mars 2015, le droit des assurés à la participation aux bénéfices étant collectif et non individuel, ne permet pas à un emprunteur isolé de réclamer sa part. Par ailleurs, il n'existe pas de règle de répartition pour attribuer une partie des bénéfices à tous les souscripteurs d'un même contrat, selon le jugement.

Cette première partie a permis de présenter les contrats d'assurance emprunteur et les garanties qui en découlent. A partir de cela, il a été détaillé les différentes méthodes de tarification ainsi que les enjeux actuels autour de l'assurance emprunteur.

La deuxième partie permettra d'établir les comptes de résultats projetés de ces contrats ainsi que les exigences de marge sous Solvabilité 1 avant de mettre en place le référentiel Solvabilité 2 et les exigences en termes de provisionnement et de capital requis qui en découlent.

II. MODELISATION DU CONTRAT EMPRUNTEUR SOUS SOLVABILITE 1 / SOLVABILITE 2

Après avoir vu dans cette première partie de mémoire les différents mécanismes de tarification d'un contrat d'assurance emprunteur, nous analyserons dans cette partie la vie de ce contrat dans le cadre de la garantie décès, garantie incontournable du marché de l'emprunteur. Il a donc été question de définir les différents flux entrants et sortants et de les projeter jusqu'à l'échéance de l'emprunt afin d'obtenir un compte de résultat projeté dans le référentiel Solvabilité 1.

De plus, la mise en vigueur de la directive Solvabilité 2 au 1^{er} Janvier 2016 nous conduit naturellement à modéliser ces résultats selon cette nouvelle norme prudentielle ainsi que les différents chocs qui en découlent, possiblement absorbés par une rémunération variable. Cela permettra ainsi de mesurer l'évolution de l'exigence de fonds propres, entre exigence de marge de solvabilité (EMS) en normes Solvabilité 1 et capital de solvabilité requis (SCR) en normes Solvabilité 2.

II.1- Présentation du modèle

Pour répondre aux problématiques préalablement citées, nous avons élaboré un outil Excel / VBA de projection des flux et de modélisation Solvabilité 2 dans le cadre de la garantie décès du contrat emprunteur.

II.1.1- Présentation des données

La base de données utilisée pour ce mémoire est extraite d'un portefeuille client. Par souci de confidentialité, ces données ont été remplacées par des valeurs fictives. Il s'agit d'un portefeuille en *run-off*.

Voici un extrait de la base de données sur laquelle sont effectués nos calculs :

Figure 19 : Tableau Extrait base de données Clients

Assuré	Age	Année de souscription	Capital Restant Dû	Taux de Prime	Taux d'emprunt	Durée du prêt	Date d'échéance du prêt
1	41	2014	100 000 €	0,02%	3,75%	240	2034
2	50	2014	108 680 €	0,04%	2,90%	168	2027
3	34	2014	109 595 €	0,01%	2,35%	240	2033
4	60	2014	109 595 €	0,09%	2,35%	240	2033
5	43	2014	169 667 €	0,03%	3,45%	240	2033
6	46	2014	121 170 €	0,03%	3,35%	240	2033
7	55	2014	121 170 €	0,06%	3,35%	240	2033
8	50	2014	143 546 €	0,05%	3,45%	240	2033
9	20	2014	143 546 €	0,01%	3,45%	240	2033
10	45	2014	121 771 €	0,03%	3,35%	240	2033
11	29	2014	184 721 €	0,01%	3,35%	240	2033
12	26	2014	184 721 €	0,01%	3,35%	240	2033
13	38	2014	131 928 €	0,02%	2,90%	144	2025
14	39	2014	131 928 €	0,02%	2,90%	144	2025
15	33	2014	115 775 €	0,01%	3,35%	240	2033
16	42	2014	229 841 €	0,02%	3,45%	240	2033
17	37	2014	229 841 €	0,02%	3,45%	240	2033

Nous disposons d'un portefeuille de nouveaux souscripteurs en 2014 de 17 assurés. L'âge moyen des emprunteurs est de 40 ans. La plupart des prêts du portefeuille ont une durée de 20 ans.

On détermine un taux de prime pure en fonction du Capital Restant Dû (CRD) et du Capital initial (CI) en appliquant les méthodes de tarifications évoquées précédemment. L'assureur applique à ces taux de primes pures des chargements afin de pouvoir faire face à ses engagements.

II.1.2- Hypothèses actuarielles du modèle

\\ Hypothèses techniques :

- ✓ La date d'évaluation du modèle est le 31/12/2014.
- ✓ Le taux technique annuel au 31/12/2014 est de 0,75 % (Mensuel: 0,06 %) conformément à l'article A 132-1-1 du Code des assurances : le taux technique ne doit pas excéder 60 % du TME des 6 derniers mois et 3,5 %, dans le cadre de la garantie Décès.
- ✓ Le taux d'impôt annuel est de 33 % (Mensuel : 2,40 %).
- ✓ Un taux annuel de commission fixe de 40 %.

\\ Hypothèses de projection :

- ✓ On utilisera pour la projection du risque de mortalité la table réglementaire TH 00-02 avec un taux d'abattement de 30 %. Etant donné que la projection est mensuelle sur un horizon de 240 mois (20 ans), les taux sont mensualisés au moyen de la formule : ${}_{\frac{1}{N}}q_x = 1 - (1 - q_x)^{\frac{1}{N}}$
Où : N désigne le nombre de périodes (12 avec le pas mensuel retenu).
 q_x désigne la probabilité de décès à l'âge x .
- ✓ Le risque de rachat anticipé est également pris en compte dans le modèle avec un taux de rachat de 6 % par an (Mensuel : 0,49 %).
- ✓ Les frais de gestion et d'administration sont également projetés au taux annuel de 9 % (Mensuel : 0,72 %).

II.1.3- Projection du contrat d'assurance emprunteur

A partir des hypothèses présentées, il est désormais possible de projeter mensuellement les différents flux du contrat :

- \\ Nombre de contrats : La projection mensuelle du nombre de contrats permet de déterminer à chaque mois le nombre de vivants présents dans le contrat en fonction de l'âge de l'assuré, selon la méthode de calcul de l'évolution du nombre de vivants explicitée dans la partie I.2.3.
- \\ Les cotisations (ou primes) : Comme explicité précédemment, le montant des cotisations dépend de l'assiette de cotisation choisie : CRD, CI ou Mensualités.

- En fonction du CRD :

$$Prime_t^{CRD} = Taux\ de\ Prime^{CRD} * CRD_t * Stock_V(t)$$

Où : $Prime_t^{CRD}$: Montant de la Prime en fonction du capital restant dû en t.

CRD_t : Capital Restant Dû en t.

$Stock_V(t)$: Nombre de vivants en t.

- En fonction du CI :

$$Prime_t^{CI} = Taux\ de\ Prime^{CI} * CI * Stock_V(t)$$

Où : $Prime_t^{CI}$: Montant de la prime en fonction capital initial en t.

CI : Capital Initial fixé.

- Par Mensualités :

$$Prime_t^{Mens} = Taux\ de\ Prime^{Mens} * Mensualités * Stock_V(t)$$

Où : $Prime_t^{Mens}$: Primes mensuelles versées en t.

$$Mensualités = \frac{i * CI}{1 - (1+i)^{-N}} \text{ Si le mode de remboursement est amortissable.}$$

$$= i * CI \quad \text{SI le mode de remboursement est } in\ fine.$$

- ∞ Les prestations : Les prestations sont versées par l'assureur au prêteur en cas de réalisation du risque garanti (en l'occurrence le risque décès) et que l'emprunteur n'est donc plus en mesure de rembourser son prêt.

Le nombre de décès entre les mois t et t+1 est égale à : $l_{x(t)} - l_{x(t+1)}$

Ainsi le montant des prestations s'obtient de la manière suivante :

$$Prestations_t = CRD_t * \frac{l_{x(t)} - l_{x(t+1)}}{l_{x(t)}} = CRD_t * (NbD_1(t) - NbD_1(t+1))$$

Où : $\frac{l_{x(t)} - l_{x(t+1)}}{l_{x(t)}}$: Taux de décès mensuel en t.

$NbD(t)$: Nombre de décès en t

$$CRD_t = \left[(1+i)^{Nb\ mois\ écoulés + mois\ t} * \left(CI - \frac{Mensualités}{i} \right) + \frac{Mensualités}{i} \right]$$

si le remboursement est amortissable

CI si remboursement *in fine*

- ∞ Les frais : Ils sont exprimés en pourcentage des primes à chaque mois t de projection.

Ainsi : $Frais_t = Taux\ de\ frais^{mens} * Primes_t$

- ∞ Les commissions : Il existe deux types de commissions :

- Les commissions fixes qui sont calculées en pourcentage des primes versées.
- Les commissions variables qui sont dépendantes du résultat technique de l'assureur.

Les commissions feront l'objet d'une analyse approfondie dans la suite de l'étude.

- \ **Les produits financiers :** Les produits financiers constituent le résultat des placements financiers effectués chaque année par l'assureur après retrait des frais, charges de sinistres et commissions des primes reçues des assurés.

Après avoir présenté le modèle et projeté les différents flux du contrat emprunteur, il sera intéressant d'établir un compte de résultat comptable projeté ce qui a permis de calculer l'exigence de marge de solvabilité dans le référentiel Solvabilité 1.

II.2-Le contrat emprunteur dans le référentiel Solvabilité 1

II.2.1- Les Provisions

Les provisions mathématiques s'obtiennent de la manière suivante :

$$PM = VAP(\text{Engagements de l'assureur}) - VAP(\text{Engagements de l'assuré})$$

Dans le cadre des contrats emprunteurs qui sont très largement bénéficiaire du point de vue de l'assureur, la provision devient négative. Or, d'après le Code des assurances, celle-ci ne peut être négative. On dira alors que la provision mathématique dans le cadre de la garantie décès est nulle.

Voici un exemple permettant d'illustrer l'idée que ces contrats sont très largement rentables pour les assureurs :

Exemple : Prêt de 100 000 € sur 20 ans au taux 3,75% pour un individu de 41 ans.

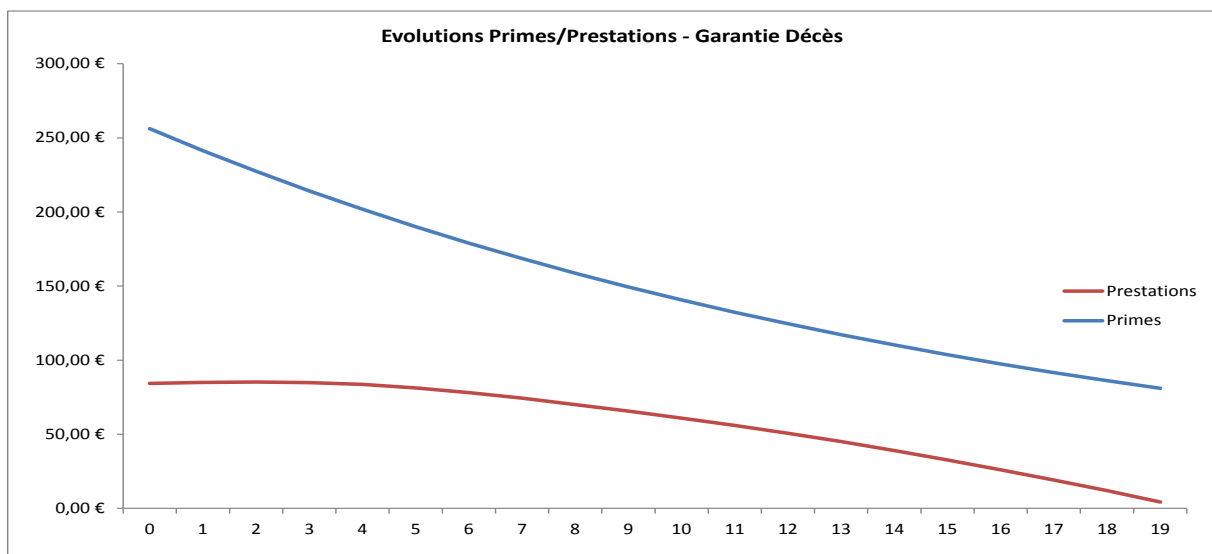


Figure 20 : Graphique Evolution Primes/Prestations - Garantie Décès

On remarque que les primes sont très largement supérieures aux prestations pendant toute la durée de vie du contrat ce qui permet à l'assureur de faire des bénéfices importants sur ce type de contrat.

II.2.2- Le compte de résultat

Le compte de résultat est un document d'ordre économique qui décrit l'activité d'une entreprise. Il correspond à la différence entre les produits et les charges de l'exercice :

- Les produits du compte de résultat de l'assureur sont les primes et les produits financiers.
- Les charges désignent les prestations versées par l'assureur, les provisions (si négatives), les frais et les commissions.

Dans ce mémoire, l'outil *Excel/VBA* réalisé permet de projeter les différents flux du contrat. On obtient donc un compte de résultat projeté sur 20 ans avec les flux entrants et sortants explicités précédemment.

Voici un aperçu du compte de résultat (sur les 5 premières années de projection) après projection des flux selon les données établies dans la partie précédente :

Figure 21 : Tableau Compte de Résultat pour un individu ayant contracté un prêt de 100 000 € sur 20 ans au taux 3,75 %

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Année</i>	0	1	2	3	4	5
<i>Mois</i>	0	12	24	36	48	60
Primes acquises/Cotisations	256,16 €	241,37 €	227,41 €	214,23 €	201,80 €	190,06 €
Règlement de sinistres/Prestations	84,27 €	85,01 €	85,23 €	84,91 €	83,64 €	81,32 €
Provisions début	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Provisions fin	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Charge de sinistre	84,27 €	85,01 €	85,23 €	84,91 €	83,64 €	81,32 €
Produits financiers	0,00 €	0,04 €	0,17 €	0,41 €	0,75 €	1,13 €
Résultat avant commissions						
Résultat Technique et Financier, hors frais	171,89 €	156,40 €	142,35 €	129,73 €	118,91 €	109,87 €
<i>Frais</i>	25,36 €	23,90 €	22,51 €	21,21 €	19,98 €	18,82 €
Résultat Technique et Financier, y compris frais	146,53 €	132,51 €	119,83 €	108,52 €	98,93 €	91,05 €

∞ Résultat technique : Le résultat technique de l'entreprise est obtenu ainsi :

$$R_t = P_t - S_t - \Delta PSAP + P_{dts} \varphi - F_t$$

Où : P_t désigne le montant de la prime à la date t

S_t désigne le montant des prestations à verser pour l'assureur à l'année t.

$\Delta PSAP$ désigne la variation de prestations pour sinistres à payer.

$P_{dts} \varphi$ désigne le montant des produits financiers de l'assureur.

F_t correspond aux frais de gestion des contrats payés par l'assureur.

Le graphique suivant permet d'observer la projection des résultats (y compris les frais) pendant toute la durée du contrat (20 ans) :

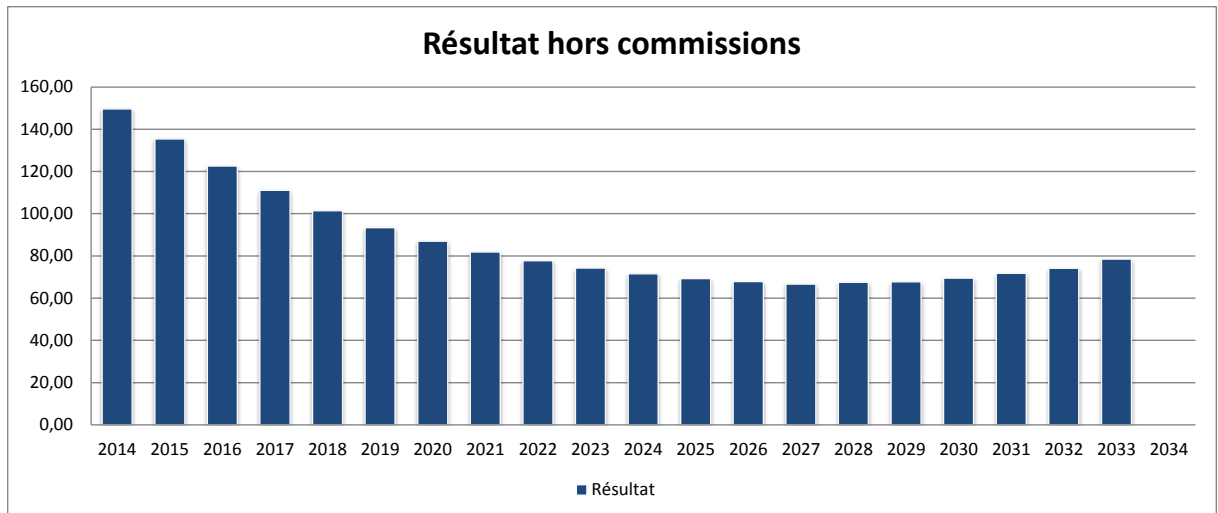


Figure 22: Graphique Résultat hors commissions

Après avoir retiré les frais du résultat de l'entreprise, le reste est dévolu à la participation aux bénéfices qui peut être soit immédiate, soit différée (sous forme de provisions).

- Participation aux bénéfices (PB) : Quand un emprunteur souscrit une garantie Décès à l'occasion d'un crédit immobilier, l'article L 331-3 du Code des assurances prévoit que « les entreprises d'assurance sur la vie ou de capitalisation doivent faire participer les assurés aux bénéfices techniques et financiers qu'elles réalisent, dans les conditions fixées par arrêté du ministre de l'économie et des finances ». Ainsi, les assureurs doivent reverser aux souscripteurs un minimum de reversement fixé à 90 % sur les bénéfices techniques et à 85 % sur les bénéfices financiers. Depuis l'arrêt de 2007 stipulant la fin de l'exclusion des contrats collectifs en cas de décès, la participation aux bénéfices de l'assureur s'obtient pour le risque décès par :

$$PB = \text{Max}(10 \% \text{ Résultat Technique}; 4,5 \% \text{ Primes nettes})$$

Depuis cet arrêté, la rémunération des distributeurs s'est vue modifié notamment avec un renforcement des commissions afin d'éviter de payer doublement la participation aux bénéfices (aux assurés et aux apporteurs).

On prendra ici pour hypothèse de prendre 90 % du résultat technique de l'assureur.

- Résultat y compris commissions : Des commissions sont versées à l'apporteur : **fixes** (40 % des primes) ou **variables**. On retire donc les commissions versées par l'assureur à l'apporteur du résultat.

On obtient donc : $\text{Résultat y. c commissions} = R_t - F_t - C_t$ avec F_t : Frais versés en t

C_t : Commissions versées en t

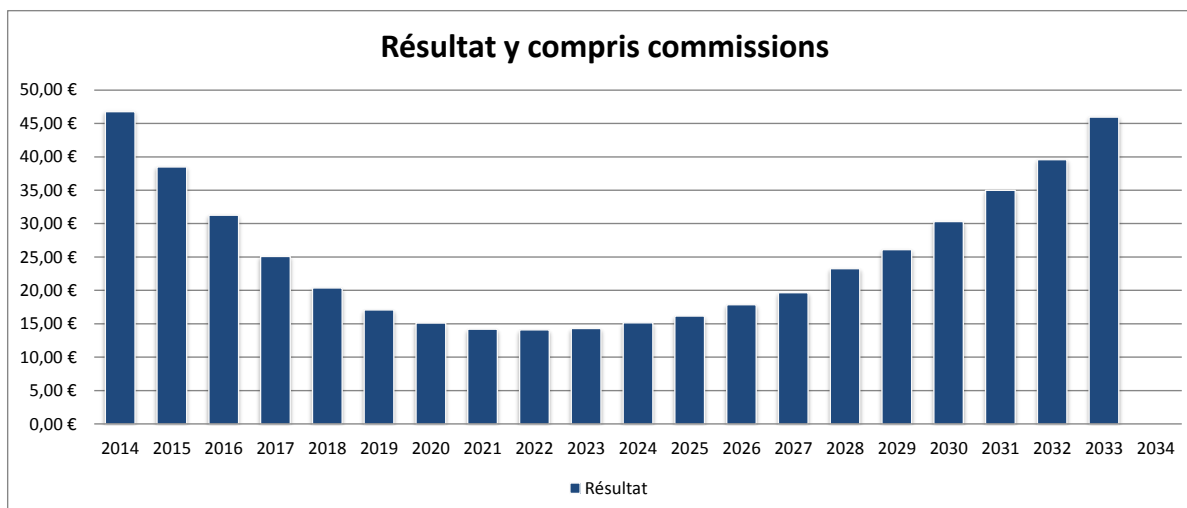


Figure 23 : Graphique Résultat y compris commissions

On remarque que le résultat y compris commissions est élevé en début de projection du fait du faible niveau de risque et donc de prestations versées. Par conséquent, le résultat de l'assureur est élevé en début de projection. Puis, le résultat décroît progressivement du fait de la hausse des prestations versées. Enfin, on note une remontée du résultat qui retrouve son niveau initial car le risque est bas en fin de projection.

II.2.3- La Marge de Solvabilité

Deux directives européennes sont publiées en 1973 et 1979, l'une dans la branche vie et l'autre dans la branche non-vie. Ces directives stipulent la nécessité pour un assureur de détenir un niveau de fonds propres suffisamment important pour faire face à leurs engagements. C'est ce que l'on appelle l'Exigence de Marge de Solvabilité (EMS).

Sous la réglementation Solvabilité 1, l'exigence de marge de solvabilité est calculée selon une approche « basée sur les facteurs » : C'est une approche déterministe et rétrospective pour laquelle les fonds propres nécessaires sont basés sur des éléments du bilan représentant l'exposition au risque de l'assureur.

Ce mémoire se concentrant sur l'étude de la garantie décès, nous nous intéresserons à l'exigence de marge de solvabilité pour la branche Vie.

Celle-ci est égale, dans le cadre de la garantie décès, à l'expression suivante :

$$EMS_{Vie} = (4\% * PM_{Euros} + 1\% * PM_{UC}) * \begin{cases} \text{Max}\left(85\%, \frac{PM_{NR}}{PM_{BR}}\right) \\ 0.10\% \text{ si durée du contrat} < 3 \text{ ans} \\ 0.15\% \text{ si } 3 \text{ ans} < \text{durée du contrat} < 5 \text{ ans} * \text{Max}\left(50\%, \frac{CSR_{NR}}{CSR_{BR}}\right) \\ 0.30\% \text{ si durée du contrat} > 5 \text{ ans} \end{cases}$$

Où : UC : Unité de Compte

NR : Nettes de Réassurance

BR : Brutes de Réassurance

CSR : Capitaux Sous Risques

Or, dans le cas des garanties décès en assurance emprunteur, la provision mathématique (PM) est ramenée à 0 comme explicité précédemment. De plus, on considère qu'il n'y a pas de réassurance.

Par conséquent, l' EMS_{Vie} dans le cas d'une garantie décès est donc égale à :

$$EMS_{Vie} = \begin{cases} 0.10\% \text{ si durée du contrat} < 3 \text{ ans} \\ 0.15\% \text{ si } 3 \text{ ans} < \text{durée du contrat} < 5 \text{ ans} * \text{CRD} \\ 0.30\% \text{ si durée du contrat} > 5 \text{ ans} \end{cases}$$

Exemple : Reprenons l'exemple cité précédemment : En 2014, un emprunteur âgé de 41 ans a souscrit un prêt sur 20 ans d'un montant de 100 000 € au taux 3.75%.

$$EMS_{2014} = 0.30\% * 100\ 000 = 300\text{€}$$

L' EMS a été projetée sur toute la durée de l'emprunt selon le calcul détaillé plus haut :

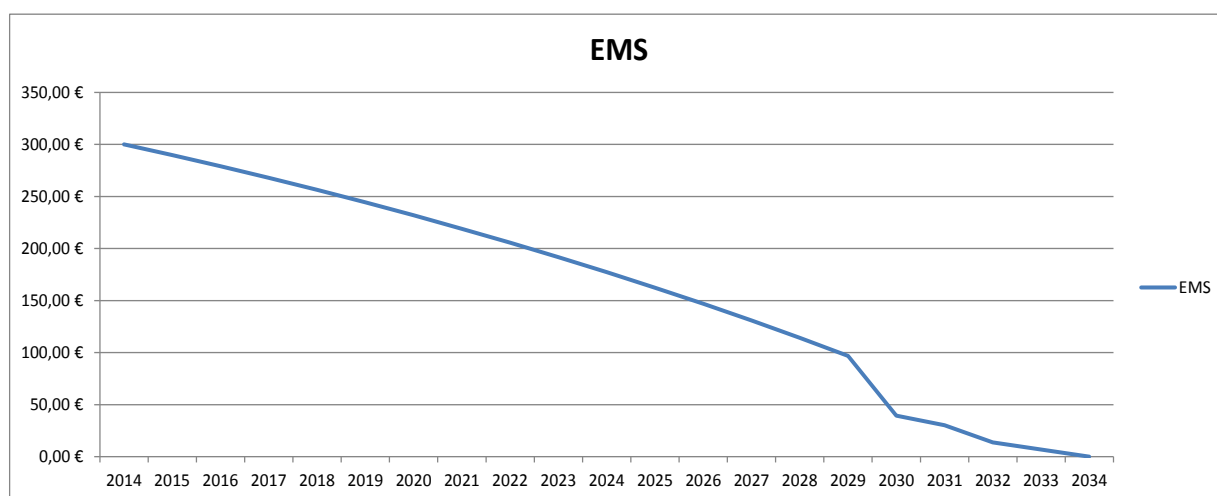


Figure 24: Graphique de l'évolution de l'EMS pendant la durée résiduelle du prêt

Le graphique montre bien que l' EMS décroît avec la durée résiduelle du prêt. Cette forte décroissance entre 2029 et 2030 est dû au passage de taux de 0,30 % à 0,15 % lorsque la durée résiduelle du prêt est comprise entre 3 et 5 ans.

II.2.3.1- Les flux actionnaires

Les flux actionnaires permettent de mesurer les flux futurs espérés générés par le produit. Cela permet de mesurer l'investissement des actionnaires. En effet, il correspond au résultat de l'activité associé à la variation de capital réglementaire.

On obtient les flux actionnaires avec le calcul suivant :

$$FA(t) = RAPB_t + [k * EMS_{t-1} - k * EMS_t] - i * k * EMS_{t-1}$$

Avec : $FA(t)$ qui désigne les flux actionnaires à la date t.

$RAPB_t$ désigne le résultat avant participation aux bénéfices à la date t.

EMS_t désigne l'exigence de marge de solvabilité à la date t.

i désigne le taux technique

k représente le montant de fonds propres immobilisés ($k = 1$ ou 2).

En effet, on peut choisir un montant de fonds propres égal à 1 ou 2 fois l'EMS.

Pour la suite, on prendra $k = 1$ donc un montant de fonds propres égal à l'EMS.

II.2.3.1.1- Le Taux de Rentabilité Interne (TRI)

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) d'un assureur correspond au taux d'actualisation permettant d'annuler la valeur actuelle probable des flux financiers générés par le produit entre les actionnaires et la compagnie d'assurance.

Il s'agit d'un outil d'investissement important qui consiste à déterminer le taux de prélèvement permettant de couvrir au moins la rémunération des actionnaires sur toute la période d'investissement.

Dans ce mémoire, le produit d'assurance est un produit d'assurance emprunteur dans le cas d'une garantie décès. Ainsi, on considère que le produit est rentable dès lors que le TRI est supérieur au taux de rémunération demandé par les actionnaires, appelé Risk Discount Rate (RDR).

Il sera supposé ici que le RDR est égale à 9 %.

Le TRI s'obtient en résolvant l'équation suivante:

$$\sum_{t=1}^N \frac{FA(t)}{(1 + TRI)^t} = 0$$

II.2.3.1.2- La Net Present Value (NPV)

La *Net Present Value (NPV)* mesure, à partir d'informations comptables, si l'investissement peut réaliser les objectifs attendus des apporteurs de capitaux (les actionnaires). L'objectif des actionnaires correspond au RDR défini précédemment.

Si la NPV est positive, cela indique que l'investissement peut être entrepris.

La NPV s'obtient par la formule suivante :

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{FA(t)}{(1 + RDR)^t}$$

La NPV est plus avantageuse que le TRI pour trois raisons principales :

- \\ La NPV peut être utilisable dans tous les cas contrairement au TRI qui se calcule uniquement lorsqu'il y a absence d'opportunité d'arbitrage.
- \\ Le RDR peut être modifié chaque année et par conséquent la NPV aussi. Ceci n'est pas le cas pour le TRI car la méthode du TRI suppose que les actionnaires sont rémunérés chaque année au taux du TRI.
- \\ Pour certaines structures d'échéanciers, le TRI n'est pas unique.

Par ailleurs, on peut noter l'équivalence suivante :

$$TRI \geq RDR \Leftrightarrow NPV \geq 0$$

II.2.3.2- Indicateur de rentabilité sur le résultat

Le ratio $\frac{\text{Résultat Net}}{\text{EMS}}$ correspond au rapport entre les revenus de la société et le niveau de capital requis. Il permet de déterminer la rentabilité d'un contrat d'assurance en mesurant la part du résultat net par rapport à l'exigence de marge de solvabilité. Ce ratio peut être considéré comme un objectif cible de résultat net à atteindre.

Si ce ratio est supérieur à 100%, cela implique que l'activité de l'assurance lui a permis de faire suffisamment de profit pour faire face à l'exigence de marge de solvabilité.

II.2.3.3- Les ratios sinistres/primes

Le ratio sinistres/primes permet d'observer si le montant des primes acquises est suffisant pour faire face aux sinistres payés.

On le calcule au j -ième mois de projection de la façon suivante :

$$S/P_j = \frac{\text{Sinistres payés}_j}{\text{Primes Pures acquises}_j}$$

II.2.4- Application

Afin de bien comprendre la problématique de ce mémoire, il est intéressant de se placer du point de vue d'un dirigeant de compagnie d'assurance disposant du portefeuille d'emprunteurs présenté dans la section II.1.1 au 31/12/2014.

On se place également selon les hypothèses présentées dans cette section.

II.2.4.1-Tarifification du contrat

La première étape pour l'assureur est **la tarification du contrat** à partir du portefeuille dont il dispose. Pour cela, l'assureur calcule le taux de prime pure pour chacun des contrats du portefeuille, c'est-à-dire le taux permettant de faire face à ses engagements vis-à-vis des assurés.

Le tableau suivant résume le taux de prime pure calculé selon les deux méthodes de tarification (CRD et CI) pour chacun des 17 assurés du contrat :

Figure 25 : Tableau Taux de Prime Pure calculé selon CRD et CI

Assuré	Age	Taux de Prime Pure CRD	Taux de Prime Pure CI
1	41	0,012%	0,008%
2	50	0,020%	0,013%
3	34	0,007%	0,005%
4	60	0,051%	0,033%
5	43	0,014%	0,009%
6	46	0,018%	0,012%
7	55	0,034%	0,023%
8	50	0,025%	0,017%
9	20	0,003%	0,002%
10	45	0,016%	0,011%
11	29	0,004%	0,003%
12	26	0,004%	0,003%
13	38	0,008%	0,005%
14	39	0,008%	0,005%
15	33	0,006%	0,004%
16	42	0,013%	0,009%
17	37	0,009%	0,006%

Ainsi, ces taux de prime pures obtenus permettent à l'assureur de mesurer le coût du risque assuré. Par souci de clarté, il sera considéré uniquement ici la tarification en fonction du capital initialement emprunté.

A ces taux de primes pures, l'assureur applique un taux de chargement fixé à 75 % afin de se protéger contre une hausse de la sinistralité et ainsi se prémunir contre des pertes éventuelles.

II.2.4.2 Mise en place du compte de résultat comptable

Les différents flux des contrats sont projetés pendant la durée des emprunts avec un taux d'abattement de la mortalité de 30 % et un taux de rachat anticipé des contrats de 6 %.

L'assureur va donc toucher chaque mois des primes en contrepartie de quoi il verse des prestations en cas de réalisation du risque garanti.

Les provisions sont, comme expliqué précédemment, réduites à 0.

Voici un aperçu des cinq premières années du compte de résultat de l'assureur dans le référentiel Solvabilité 1 :

Figure 26 : Tableau Compte de Résultat comptable de l'assureur

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Primes acquises/Cotisations	7 125,65 €	6 708,21 €	6 314,31 €	5 942,62 €	5 591,84 €	5 260,81 €
Règlement de sinistres/Prestations	2 521,46 €	2 459,05 €	2 388,47 €	2 312,54 €	2 226,25 €	2 131,57 €
Provisions début	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Provisions fin	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Charge de sinistre	2 521,46 €	2 459,05 €	2 388,47 €	2 312,54 €	2 226,25 €	2 131,57 €
Produits financiers	0,00 €	0,98 €	4,36 €	10,96 €	20,74 €	32,33 €
Résultat avant commissions						
Résultat Technique et Financier, hors frais	4 604,19 €	4 250,14 €	3 930,20 €	3 641,03 €	3 386,33 €	3 161,57 €
Frais	641,31 €	603,74 €	568,29 €	534,84 €	503,27 €	473,47 €
Résultat Technique et Financier, yc frais	3 962,88 €	3 646,40 €	3 361,91 €	3 106,19 €	2 883,06 €	2 688,10 €
Commission (fixe=40%) de commercialisation	2 850,26 €	2 683,28 €	2 525,73 €	2 377,05 €	2 236,74 €	2 104,32 €
Résultat Technique et Financier, yc frais et commission fixe	1 112,62 €	963,12 €	836,19 €	729,15 €	646,33 €	583,77 €

Le graphique suivant permet de comparer l'évolution des primes et prestations du contrat pendant les 20 années de projection des contrats du portefeuille de l'assureur :

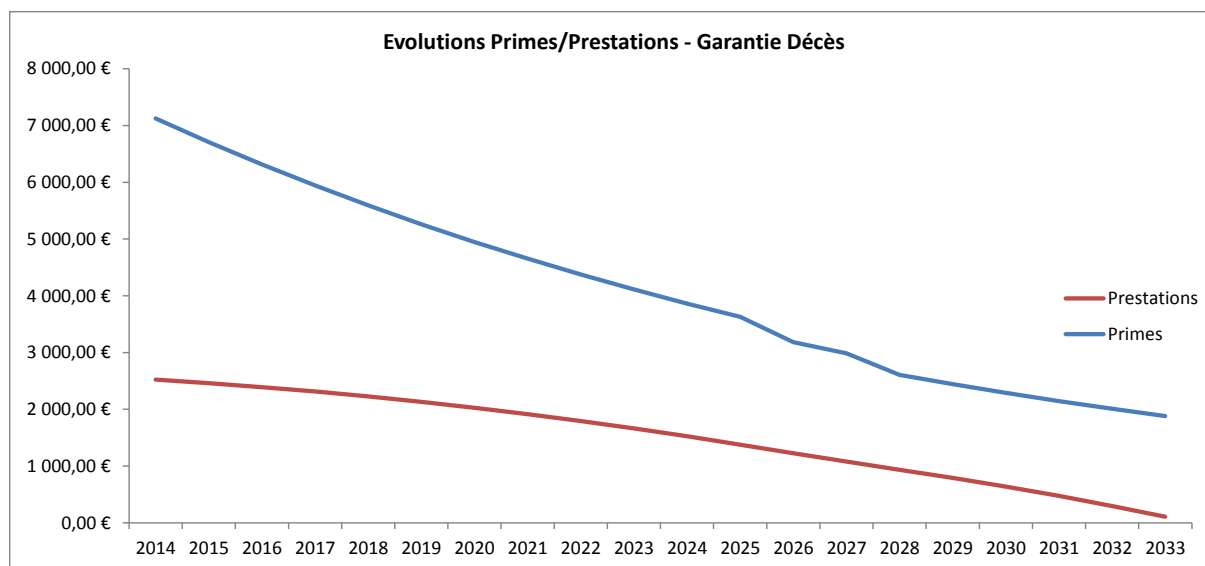


Figure 27 : Graphique Evolution Primes/Prestations - Garantie Décès

II.2.4.3 L'exigence de marge de solvabilité (EMS)

L'assureur peut alors calculer la marge de solvabilité (EMS) des contrats qu'il assure (selon la méthode explicitée dans la partie II.2.3) c'est-à-dire le niveau de fonds propres nécessaires pour faire face à ses engagements :

Figure 28 : Tableau niveau de fonds propres nécessaires

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EMS (t) Portefeuille	7 372,49 €	7 071,50 €	6 760,88 €	6 440,33 €	6 109,53 €	5 768,14 €

Voici le graphique permettant d'observer l'évolution de l'EMS pendant toute la durée du contrat :

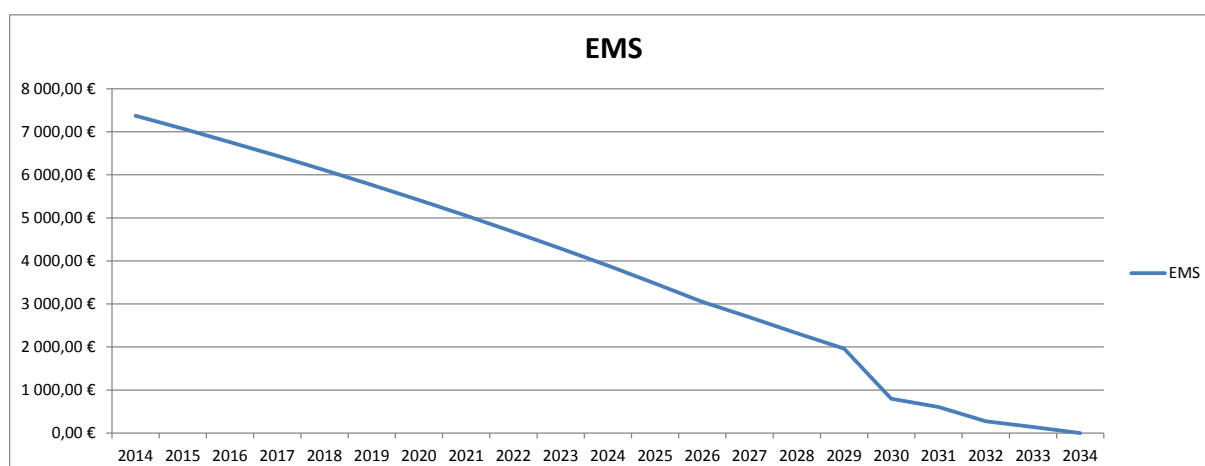


Figure 29 : Graphique Evolution EMS pendant durée contrat

On remarque que l'EMS décroît tout au long des contrats. Ceci s'explique par une diminution des capitaux sous-risques au fur et à mesure de l'évolution des contrats.

L'assureur a immobilisé du capital à hauteur de l'EMS et le retour de ces capitaux immobilisés s'ajoute aux flux actionnaires d'année en année. En effet, l'assureur dispose de la marge de solvabilité constitué en 0 auquel s'ajoute chaque année l'écart entre l'EMS à la date t-1 et à la date t. Cet écart étant toujours positif du fait de la décroissance de l'EMS. La méthode de calcul des flux actionnaires est détaillée dans la sous-partie II.2.3.1.

On obtient donc sur les premières années du contrat :

Figure 30 : Tableau Flux Actionnaires

<u>Solvabilité 1</u>	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Flux Actionnaires	-6 259,87 €	1 208,82 €	1 093,77 €	998,99 €	928,83 €	879,34 €

Le graphique suivant permet de montrer l'évolution des flux actionnaires tout au long de la durée de vie des contrats :

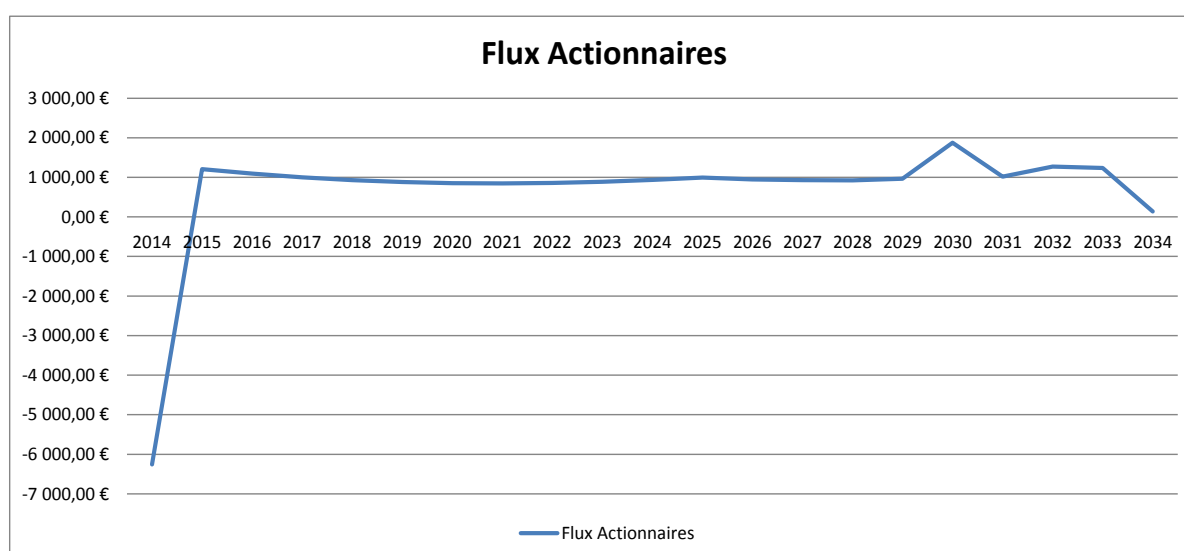


Figure 31 : Courbe d'évolution des Flux Actionnaires pendant la durée de vie du portefeuille

Après avoir déterminé l'exigence de marge de solvabilité et les flux actionnaires, la partie suivante s'attachera à étudier différents indicateurs du résultat de l'assureur.

II.2.4.4 Indicateurs de rentabilité du résultat de l'assureur sur un portefeuille Emprunteurs

L'assureur souhaite savoir si le résultat qu'il dégage chaque année permet de couvrir l'exigence de marge de solvabilité (EMS).

Pour cela, l'assureur va calculer chaque année le ratio $\frac{\text{Résultat Net}}{\text{EMS}}$.

Si ce ratio est supérieur à 100%, cela implique que le résultat du portefeuille assuré lui permet de couvrir le niveau de capital requis selon le référentiel Solvabilité 1.

Le graphique suivant montre l'évolution de ce ratio sur le portefeuille de l'assureur :

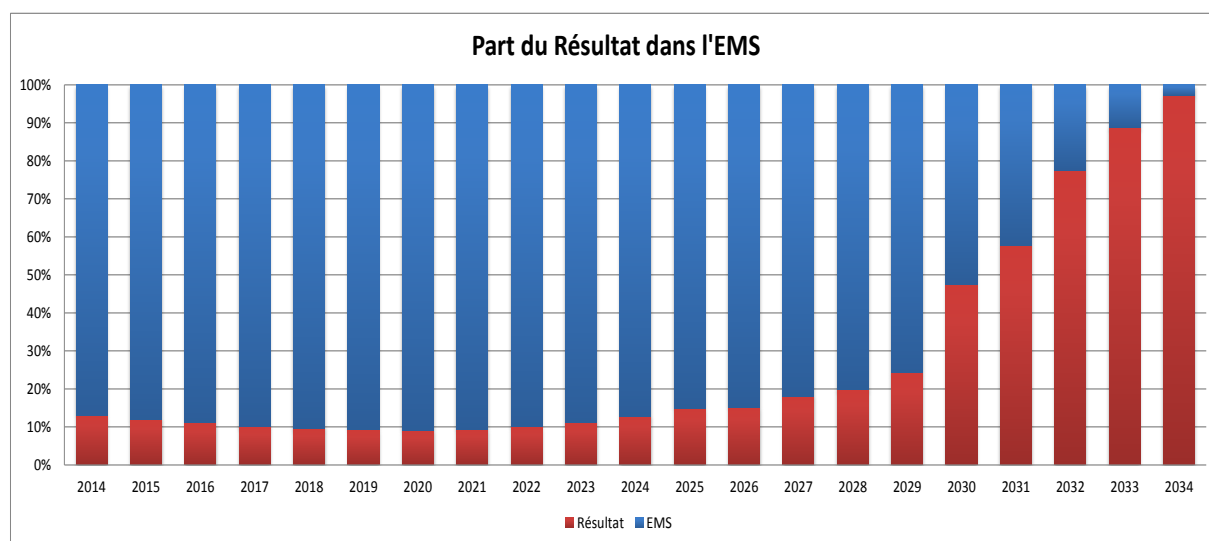


Figure 32 : Graphique Part de Résultat dans l'EMS

Dans le cas d'une tarification sur Capital initial, on remarque qu'au cours de la projection du contrat, le résultat net permet de couvrir une part importante voir quasi-totale de l'exigence de marge de solvabilité.

II.2.4.5 Le ratio sinistres sur primes

Ce ratio constitue un indicateur fiable pour mesurer la rentabilité d'un contrat.

Il s'obtient en divisant la charge de sinistres de l'année j par le montant des primes pures acquises à l'année j comme détaillé dans la partie II.2.3.3.

On observe les résultats suivants :

Figure 33 : Tableau Ratio Sinistres/ Primes

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
S/P	35%	37%	38%	39%	40%	41%

Ces ratios permettent de souligner deux éléments :

- \\ Les contrats emprunteurs sont très largement bénéficiaires. En effet le montant des primes est très supérieur à la charge des sinistres versés.
- \\ On remarque que le ratio S/P augmente progressivement au cours de la projection. Cela s'explique par une augmentation du montant des sinistres par rapport aux primes.

II.2.4.6 Impacts du commissionnement fixe sur la rentabilité du portefeuille

A présent, l'assureur souhaite connaître la rentabilité des contrats qu'il assure.

D'après l'hypothèse de départ, l'assureur verse des commissions fixes aux apporteurs des contrats à hauteur de 40 % des primes.

Pour cela, l'assureur utilise deux méthodes que sont le TRI et la NPV :

\\ Le TRI

L'assureur va déterminer un taux de rentabilité interne (TRI) selon la méthode explicitée en II.2.3.1.1.

Pour rappel, un produit est qualifié de rentable dès lors que le TRI est supérieur au taux de rémunération demandée par les actionnaires (RDR) fixé à 9 %. On obtient donc, après application de la méthode, un TRI de 14,93 %. Ce taux est bien supérieur au taux de rémunération demandée par les actionnaires. On peut donc en conclure que ce portefeuille est très largement rentable pour l'assureur.

\\ La NPV

Une autre méthode permettant de valider la rentabilité du portefeuille est la *Net Present Value* (NPV). Après application de la méthode explicitée dans la partie II.2.3.1.2 au taux RDR fixe de 9 %, on obtient le graphique de résultat suivant :

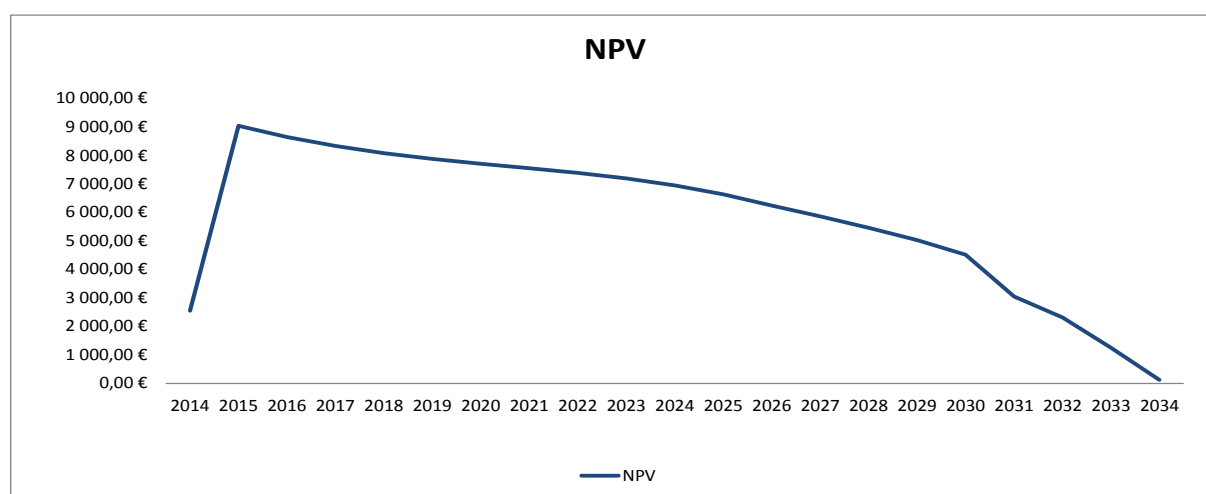


Figure 34 : Graphique Evolution NPV pendant la durée de vie du portefeuille

On remarque que la NPV reste **positive** pendant la durée de vie du portefeuille, ce qui confirme bien que ce portefeuille est **rentable** pour l'assureur.

On peut supposer que, du fait de la forte rentabilité du portefeuille, les apporteurs souhaitent toucher davantage de commissions. L'assureur envisage donc d'accorder 5% de commissions sur

primes supplémentaires faisant ainsi passer le taux de commission de 40 % à 45 %. Avant d'accorder cette modification du montant des commissions, l'assureur souhaite savoir si son portefeuille reste toujours rentable et ainsi mesurer l'impact de ce changement sur la rentabilité de son portefeuille :

On calcule donc à nouveau le TRI et la NPV mais cette fois-ci avec un taux de commission sur primes de 45 %.

- \\ Le TRI : On obtient un taux de rentabilité interne de 9,15 %. Ce taux reste au-dessus du taux de rémunération des actionnaires fixé à 9 %. Le produit reste donc rentable.
- \\ La NPV : La NPV reste également positive pendant toute la durée des contrats.

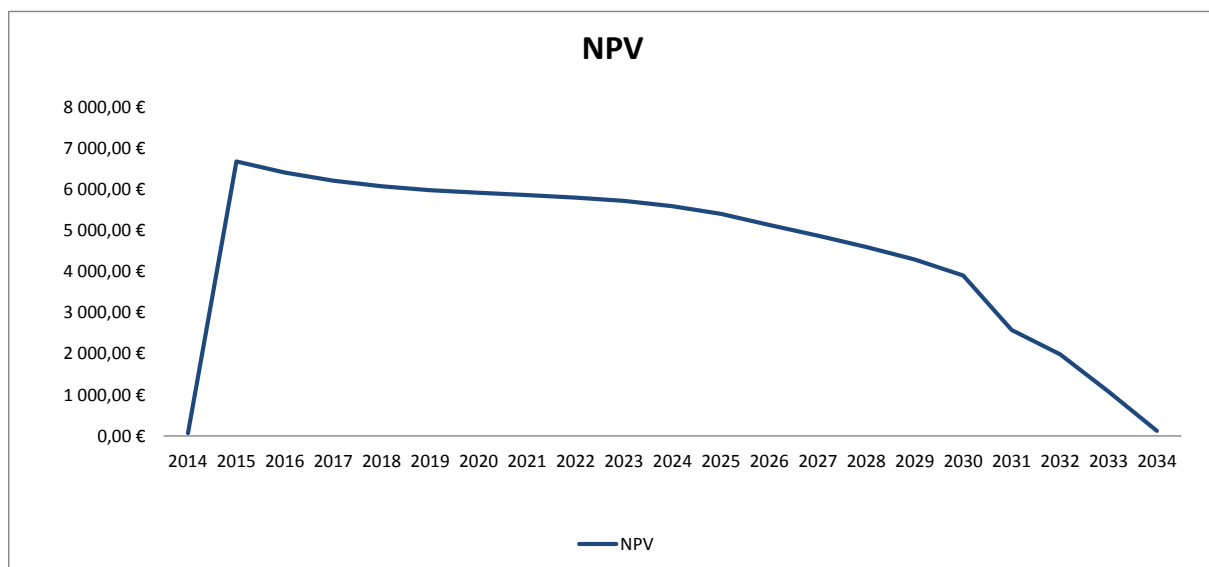


Figure 35 : Graphique Modélisation NPV

En conclusion, l'assureur peut donc augmenter le commissionnement aux apporteurs sans pour autant craindre que le portefeuille ne soit plus rentable. On peut toutefois noter une baisse importante de la rentabilité due à cette augmentation du commissionnement. La rentabilité du portefeuille est donc très sensible au mode de commissionnement.

II.3- L'assurance emprunteur dans le référentiel Solvabilité 2

Le référentiel Solvabilité 1, bien que robuste, présente de nombreuses limites telles que :

- Une approche limitée en termes d'analyse de risques,
- Une vision financière basée sur le passé plutôt que sur une approche économique,
- Une allocation de capital qui ne correspond pas au niveau de risque
- Une hétérogénéité des règles de solvabilité entre les pays de l'Union Européenne.

C'est pour pallier ces limites qu'a été adoptée en Novembre 2009 la directive Solvabilité 2 dont la mise en vigueur est prévue au 1^{er} Janvier 2016. Cette réglementation définit un nouveau montant de capital réglementaire afin de couvrir les risques inhérents au marché assurantiel et faire face à ses engagements.

II.3.1- Présentation de la Directive Solvabilité 2

II.3.1.1- Les objectifs de la réforme

Les objectifs de la réglementation prudentielle Solvabilité 2 sont les suivants :

- \\ Améliorer la protection des assurés
- \\ Une meilleure adaptation des exigences de capital au profil de risque et encourager les compagnies d'assurance à tenir compte de tous les types de risques (technique, financier, contrepartie,...).
- \\ Une appréciation de la solvabilité prospective et orientée vers les risques
- \\ Une vision économique des actifs et passifs du bilan évalués selon le principe de « juste valeur » c'est-à-dire selon des valeurs cohérentes du marché.
- \\ Une application harmonisée entre les états membres de l'Union Européenne et une convergence favorisée avec les systèmes de contrôle de la solvabilité d'autres pays afin de créer un marché de l'assurance européen compétitif.

II.3.1.2- Les trois piliers du système Solvabilité 2

La réforme Solvabilité 2 repose sur trois piliers principaux :

- Pilier 1 : Les exigences quantitatives (en termes de capitaux)
- Pilier 2 : Les exigences qualitatives (Activités de contrôle et gouvernance)
- Pilier 3 : Les exigences d'information au public et à l'autorité de contrôle.

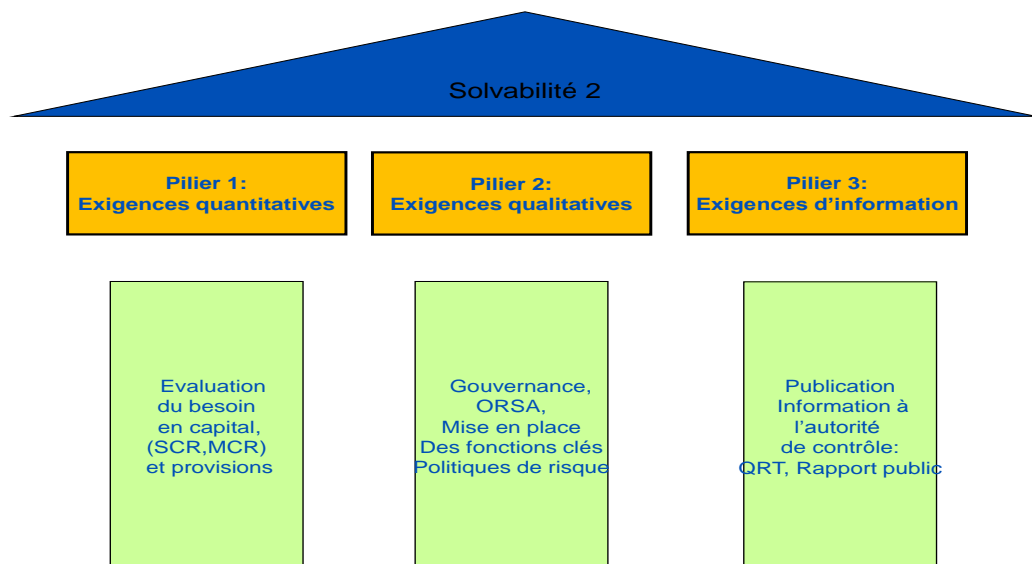


Figure 36 : Les 3 piliers de Solvabilité 2

II.3.1.2.1- Pilier 1 : Les exigences quantitatives-Détermination du niveau de capital requis

Le premier pilier de cette réglementation définit des normes quantitatives pour déterminer le montant des provisions techniques, des exigences de solvabilité et des fonds propres. Pour être en

adéquation avec la réalité économique, les actifs et les passifs doivent être évalués selon le principe de « juste valeur » c'est-à-dire selon la valeur du marché.

∞ Les provisions techniques : L'évaluation des provisions techniques est effectuée selon des hypothèses « market consistent » correspondant à une vision économique des actifs financiers. On distingue dans le cadre des provisions techniques le Best Estimate (BE) et la Marge pour Risque (RM) :

- Le *Best Estimate* (BE) correspond à la somme des flux de trésorerie future actualisée au taux sans risque fourni par la courbe des taux EIOPA.

Le taux sans risque correspond à la courbe des taux sans risques fournie par l'EIOPA. Il vaut donc :

$$BE = \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1 + \text{Taux sans risque})^t}$$

Où : $F_t = \text{Flux sortants} - \text{Flux entrants}$

- La Marge pour Risque (RM) permet de garantir l'équivalence entre la valeur des provisions techniques et le montant nécessaires aux compagnies d'assurances ou de réassurance pour céder leurs engagements. Il s'agit donc du coup reflétant l'immobilisation des fonds propres.

Son calcul se définit par la méthode du coût du capital : *Cost of Capital* (CoC). Selon le QIS5, le taux du coût du capital établi est de 6 %. Le capital requis utilisé dans le calcul de la marge de risque ne contient que les SCR inhérents au portefeuille actuel d'assurance. Le calcul de la marge pour risque se définit comme ci-dessous :

$$RM = CoC * \sum_{k=0}^N \frac{SCR_k}{(1 + \text{Taux sans risque})^{k+1}}$$

∞ Les exigences en capital : Le premier pilier définit deux niveaux d'exigences de capital de solvabilité : Le *Minimum Capital Requirement* (MCR) et le *Solvency Capital Requirement* (SCR) :

- Le MCR représente un niveau minimum de fonds propres exigé par l'Autorité de Contrôle Prudentielle (ACPR) qu'une entreprise doit détenir pour poursuivre son activité : Ainsi, si une compagnie a un niveau de fonds propres inférieur au MCR, les autorités de contrôle interviennent.
- Le SCR désigne le niveau de capital réglementaire requis pour que la compagnie d'assurance ne soit pas en ruine sur un horizon un an avec une probabilité de 99.5%, c'est-à-dire une fois tous les 200 ans. Il est calculé soit par la formule standard, soit par modèle interne partiel ou total sous réserve de l'accord de l'autorité de contrôle prudentielle. Le SCR se subdivise selon les différentes catégories de risques.

II.3.1.2.2- Pilier 2 : Les exigences qualitatives (Activités de contrôle et gouvernance)

Le pilier 2 fixe les exigences qualitatives de contrôle interne et gestion des risques au sein des organismes d'assurance. Ces normes ont pour objectif de renforcer la gouvernance et la gestion des risques internes afin d'assurer une gestion saine, prudente et efficace de l'activité.

Ce deuxième pilier exige également la mise en place de l'ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment*) afin d'évaluer et d'analyser en interne sa solvabilité et son profil de risque. Ce processus se penche sur les besoins globaux de financement à court et à long terme, sur le respect permanent du SCR et du MCR et enfin, sur l'analyse des écarts entre le profil de risque de la compagnie et les exigences quantitatives calculées. L'ORSA permet de responsabiliser l'entreprise et d'organiser un premier niveau de contrôle.

II.3.1.2.3- Pilier 3 : Les exigences d'information au public et à l'autorité de contrôle

Le pilier 3 a pour but la communication entre l'organisme et les autorités de contrôles. Il définit les différents éléments qui devront être transmis à l'autorité de contrôle. Les organismes assureurs devront ainsi rendre public les informations clés qui conduisent à la détermination du besoin en capital notamment par la diffusion de différents rapports :

- Le Rapport de Surveillance Régulière (Regular Supervisory Report, RSR) : il est destiné aux autorités de contrôle et il comprend le calcul de l'exigence en capital. Il est publié trimestriellement ;
- Le Rapport sur la Solvabilité et la Situation Financière (Solvency & Financial Condition Report, SFCR) : ce document est public et il fournit les informations concernant la situation financière et la solvabilité des assureurs. L'autorité de contrôle vérifiera que ces informations sont cohérentes avec celles présentées dans le RSR. Il est publié annuellement.

II.3.2- Calcul du SCR selon la formule standard

Dans notre modèle, le calcul du SCR s'effectue selon la formule standard. Il est subdivisé en plusieurs modules et sous-modules de risques :

- \\ Les risques de marché
- \\ Les risques de contrepartie
- \\ Les risques de souscription Vie
- \\ Les risques de souscription Non-Vie
- \\ Les risques de souscription santé
- \\ Les risques liés aux actifs incorporels

Le schéma suivant permet d'observer la décomposition du SCR selon le QIS 5 :

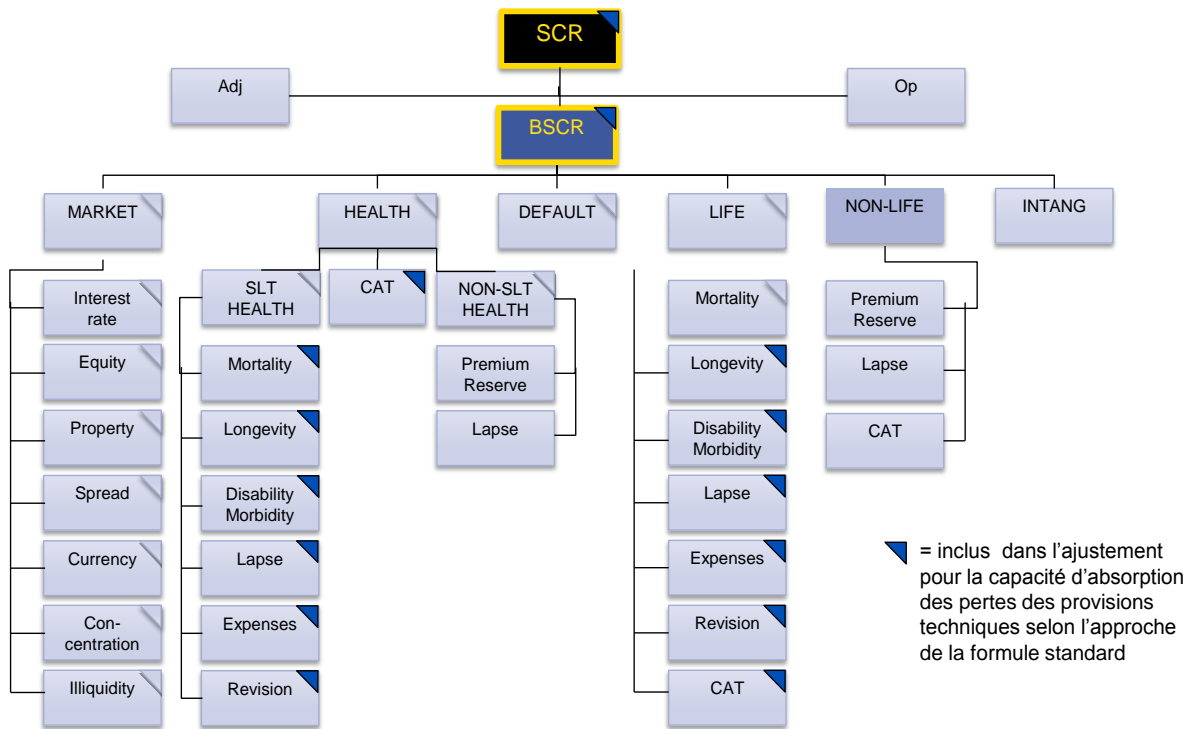


Figure 37: Décomposition du SCR selon ses différents modules

Le SCR, déterminé selon la formule standard, s'exprime donc de la façon suivante :

$$SCR = BSCR + SCR_{Op} - Adj$$

Avec :

- $BSCR$ correspondant au *Basic Solvency Capital Requirement* ou SCR de base qui correspond au capital requis avant tout ajustement.
- SCR_{Op} qui correspond au capital requis au titre du risque opérationnel.
- Adj qui correspond aux ajustements dus aux effets d'absorption des provisions techniques et des impôts différés.

II.3.2.1- Calcul du Basic Solvency Capital Requirement (BSCR)

Le $BSCR$ ou SCR de base d'une compagnie d'assurance correspond au capital de solvabilité requis avant tout ajustement. L'expression du $BSCR$ est la suivante :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} * SCR_i * SCR_j} + SCR_{intangibles}$$

Où : $Corr_{i,j}$ correspond au coefficient de corrélation entre les modules de risque i et j .

Voici les différents types de SCR pouvant être intégrés à cette formule :

- \\ SCR_{mkt} qui correspond au capital de solvabilité requis pour le risque de marché.

- \\ SCR_{health} qui correspond au capital de solvabilité requis au titre du risque santé.
- \\ SCR_{def} qui correspond au capital de solvabilité requis au titre du risque de défaut.
- \\ SCR_{life} qui correspond au capital de solvabilité requis au titre du risque de souscription Vie.
- \\ SCR_{nl} qui correspond au capital de solvabilité requis pour le risque de souscription Non-Vie.
- \\ $SCR_{intangibles}$ qui correspond au capital de solvabilité requis au titre du risque lié aux actifs incorporels.

La matrice de corrélation utilisée pour le calcul du $BSCR$ est la suivante :

	SCRmkt	SCRdef	SCRlife	SCRhealth	SCRnl
SCRmkt	100%	25%	25%	25%	25%
SCRdef	25%	100%	25%	25%	50%
SCRlife	25%	25%	100%	25%	0%
SCRhealth	25%	25%	25%	100%	0%
SCRnl	25%	50%	0%	0%	100%

Figure 38: Matrice de corrélation du BSCR

Dans le cadre de notre étude concernant la garantie décès du contrat emprunteur, il ne sera étudié ici que les risques inhérents à la garantie décès d'un portefeuille emprunteur pour le calcul du BSCR. Ces risques sont les risques de marché et de souscription Vie.

La formule du $BSCR$ dans notre étude est donc :

$$BSCR = \sqrt{SCR_{mkt}^2 + SCR_{life}^2 + 2 * 0.25 * SCR_{mkt} * SCR_{life}}$$

\\ Le risque de souscription Vie

Le risque de souscription vie se décompose en plusieurs sous-modules de risques : mortalité, longévité, incapacité, rachat, dépenses, révision et catastrophe.

Dans le cas de la garantie décès du contrat emprunteur, il ne sera pas pris en compte le risque de longévité qui est un choc favorable, le risque d'incapacité qui ne fait pas partie de cette garantie et le risque de révision qui s'applique uniquement aux rentes.

Il sera donc pris en compte ici uniquement les risques de mortalité, de rachat, de dépenses et de catastrophe :

- Risque de mortalité (Mortality Risk): Ce risque correspond aux pertes générées par un écart entre la mortalité prédite par la table de mortalité choisie par l'assureur et la mortalité réellement constatée. Le scénario central correspond aux hypothèses et résultats du scénario de base du *business plan* (notamment les hypothèses stratégiques fixées par l'AMSB et les hypothèses de marché, avant toute simulation de chocs)³.

Le choc défini par la réglementation correspond à un choc à la hausse de 15 % des taux de mortalité tout au long de la durée de vie du contrat. Il correspond à la différence entre les BE

³ Source IA : Groupe de travail ORSA : L'ORSA : Quelques Exemples de Pratiques actuarielles, Paris le 1^{er} mars 2014.

choqués et le BE Central. En effet, l'actif n'ayant pas été modélisé, la différence des NAV correspond à la différence des BE :

$$Life_{Mort} = BE_{Mort} - BE_{Central}$$

- Risque de rachat (Lapse Risk): Ce risque correspond à l'incertitude liée aux taux de rachat d'un contrat.

Il existe trois types de chocs de rachat :

- Le choc de rachat à la hausse : Ce choc correspond à une augmentation constante de 50 % du taux de rachat initial dans la limite d'un taux de rachat au plus égal à 100 %. Il s'obtient par la différence de NAV. Il sera noté $Lapse_{up}$.
- Le choc de rachat à la baisse : Il correspond à une diminution constante de 50 % du taux de rachat tout au long de la durée de vie du contrat. Il se limite à une diminution globale de 20 %. Ce scénario est noté $Lapse_{down}$
- Le choc de rachat de masse : Il correspond à un rachat instantané de 40 % des contrats. Ce montant sera noté $Lapse_{mass}$.

Le SCR de rachat vaut donc :

$$Life_{Lapse} = Max(Lapse_{up}; Lapse_{down}; Lapse_{mass})$$

- Risque de dépenses (Expenses Risk): Dans le cadre de notre étude, le risque de dépenses correspond à une hausse de 10 % des taux de frais annuels. Il s'obtient par la différence entre le BE choqué par les frais et le BE central :

$$Life_{Expenses} = BE_{Expenses} - BE_{Central}$$

- Risque de catastrophe (CAT): Le risque CAT est lié à une augmentation de la mortalité dû à la réalisation d'un événement exceptionnel (catastrophe naturelle de type tempêtes ou tremblement de terre, épidémies etc.)

Il correspond à une augmentation de 0,15 % des taux de mortalité la première année.

Il s'obtient de la façon suivante :

$$Life_{CAT} = BE_{CAT} - BE_{Central}$$

Reste donc à déterminer le SCR_{Life} avec la matrice de corrélation suivante :

CorrLife	Mortality	Longevity	Disability	Lapse	Expenses	Revision	CAT
Mortality	100%	-25%	25%	0%	25%	0%	25%
Longevity	-25%	100%	0%	25%	25%	25%	0%
Disability	25%	0%	100%	0%	50%	0%	25%
Lapse	0%	25%	0%	100%	50%	0%	25%
Expenses	25%	25%	50%	50%	100%	50%	25%
Revision	0%	25%	0%	0%	50%	100%	0%
CAT	25%	0%	25%	25%	25%	0%	100%

Figure 39: Matrice de corrélation du SCR de souscription Vie

Par conséquent, le SCR_{Life} qui correspond à la combinaison de ces différents modules de risque vaut donc dans le cas de la garantie décès d'un contrat d'assurance emprunteur :

$$SCR_{Life} = \sqrt{Life_{Mort}^2 + Life_{Lapse}^2 + Life_{Expenses}^2 + Life_{CAT}^2 + 2 * 0.25 * Life_{Mort} * Life_{Expenses} + 2 * 0.25 * Life_{Mort} * Life_{CAT} + 2 * 0.5 * Life_{Lapse} * Life_{Expenses} + 2 * 0.25 * Life_{Lapse} * Life_{CAT} + 2 * 0.25 * Life_{Expenses} * Life_{CAT}}$$

∖ Risque de marché : Le risque de marché correspond au risque de perte du fait de la fluctuation des prix des instruments financiers du marché. Dans cette étude, l'actif n'a pas été modélisé. Il sera donc étudié ici uniquement les chocs de taux à la hausse et à la baisse des taux d'intérêts.

- Les chocs de taux à la hausse correspondent à la courbe des taux à la hausse fournie par l'EIOPA. On a donc: $SCR_{Taux\ hausse} = BE_{Taux\ hausse} - BE_{central}$
- Les chocs de taux à la baisse correspondent à la courbe des taux à la baisse fournie par l'EIOPA : $SCR_{Taux\ baisse} = BE_{Taux\ baisse} - BE_{central}$

Par conséquent : $SCR_{Mkt} = Max(Taux\ hausse; Taux\ baisse)$

II.3.2.2- Calcul du SCR opérationnel SCR_{Op}

Le SCR opérationnel correspond au capital requis au titre du risque opérationnel. Le risque opérationnel est le risque de perte résultant soit d'une défaillance des systèmes internes d'information de la compagnie, soit d'une erreur de personnels, soit des événements extérieurs comme des évènements climatiques ou environnementaux.

Le SCR opérationnel s'obtient de la façon suivante :

$$SCR_{Op} = Min(0.3 * BSCR; Op) + 0.25 * Exp_{ul}$$

Avec : Op la charge en capital de base du risque opérationnel.

Exp_{ul} le montant de frais annuels relatif à l'activité en unités de compte.

Dans ce mémoire : $Exp_{ul} = 0$ car l'étude ne concerne pas les contrats en unités de compte

De plus : $Op = Max(Op_{premiums}; Op_{provisions})$

Où : $Op_{premiums}$ correspond au capital requis pour les risques opérationnels basé sur les primes acquises.

$Op_{provisions}$ correspond au capital requis pour les risques opérationnels basé sur les provisions.

Par conséquent, $Op_{premiums}$ est obtenu avec le calcul suivant :

$$Op_{premiums} = 4\% * (EarnLife - EarnLife_{UL}) + 3\% * EarnNL + MAX(0; 4\% * (EarnLife - 1,2 * pEarnLife - (EarnLife_{UL} - 1,2 * pEarnLife_{UL}))) + MAX(0; 3\% * (EarnNL - 1,2 * pEarnNL))$$

Avec:

- $EarnLife$ et $EarnNL$ représentent respectivement les primes acquises durant les 12 derniers mois (c'est-à-dire pour l'année N-1) pour l'activité d'assurance vie et d'assurance non-vie.
- $EarnLife_{UL}$ correspond aux primes acquises au cours des douze derniers mois pour l'assurance vie lorsque le risque est supporté par les assurés.

- $pEarnLife$ et $pEarnNL$ désignent respectivement les primes acquises au cours des douze derniers mois précédant les douze derniers mois (c'est-à-dire pour l'année N-2) au titre de l'assurance vie et de l'assurance non-vie.

Dans le cadre de cette étude, il n'est pas pris en compte l'activité d'assurance non-vie donc les primes acquises liées à cette activité sont nulles. De plus, le risque n'est pas supporté par les assurés car il n'y a pas de contrats en unités de compte.

Par conséquent, $Op_{premiums}$ vaut donc :

$$Op_{premiums} = 4\% * EarnLife + MAX(0; 4\% * (EarnLife - 1,2 * pEarnLife))$$

De plus, il n'y a pas de provisions dans le cadre de cette étude. On a donc : $Op = Op_{premiums}$

Le SCR opérationnel vaut donc : $SCR_{Op} = Min(0.3 * BSCR; Op)$.

II.3.2.3- Calcul de l'ajustement

L'ajustement noté Adj correspond aux ajustements dus aux effets d'absorption des provisions techniques et des impôts différés. Dans cette étude, les provisions techniques et les impôts différés n'ont pas été modélisés. On considère donc que l'ajustement est **nul**.

On peut alors déterminer le montant de SCR global qui s'obtient donc en additionnant le $BSCR$ et le SCR opérationnel.

II.3.3- Rôle du commissionnement variable

Depuis 2007 et l'obligation pour les assureurs de verser une participation aux bénéficiaires, les commissions variables ont pris une part prépondérante dans la rémunération des distributeurs. En effet, pour éviter de payer doublement la participation aux bénéficiaires, à la fois à l'assuré et à l'apporteur, les assureurs ont développé un mécanisme de commissionnement variable qui fait dépendre le montant des commissions du résultat de l'assureur.

L'objectif de ce mémoire étant de déterminer un mode de commissionnement variable optimal permettant d'améliorer la rentabilité de l'assureur et diminuer le niveau de fonds propres requis, le SCR, il a d'abord été mis en place quatre méthodes de commissionnements variables, communément utilisés sur le marché et nous verrons laquelle de ces méthodes est la plus rentable.

Les modes de commissionnement variable se retrouvant sur le marché sont les suivants :

- ∥ En fonction du résultat de l'assureur : Si le résultat de l'assureur est positif, la rémunération de l'apporteur est égale dans ce cas à un pourcentage fixe du résultat de l'assureur.
- ∥ En fonction du ratio S/P⁴ : Le taux de commission sur primes dépend du ratio sinistre sur primes de l'assureur.

⁴ Voir Annexe N°4

- \\ En fonction du résultat pour un objectif atteint : Si le résultat de l'assureur est au-dessus d'un certain montant préalablement fixé avec l'assureur, alors le montant du commissionnement est égal au résultat auquel est multiplié un taux de commission fixé.
- \\ En fonction des primes sur une période fixée : C'est l'assurance pour un commercial de toucher une prime ou une commission quel que soit son niveau de performance, pendant une période déterminée.

II.3.4- Application au portefeuille emprunteur de l'assureur sous le référentiel Solvabilité 2.

II.3.4.1- Détermination du SCR

Cette application se base sur les hypothèses et données du portefeuille d'emprunteurs établi dans la partie II.1 dans le cadre de la garantie décès.

L'outil *Excel/VBA* élaboré dans le cadre de ce mémoire permet de mettre en place le référentiel *Solvabilité 2* et les différents calculs nécessaires qui en découlent tels que le *Best Estimate*, la Marge pour Risque et le *SCR*.

Afin d'effectuer ces calculs, il s'agira de projeter les différents flux des contrats selon les différents scénarios de choc pour les risques impactant le portefeuille emprunteur : le risque de marché, le risque de souscription Vie et le risque opérationnel.

\\ Scénario Central

On rappelle ici que le scénario central correspond aux hypothèses et résultats du scénario de base du *business plan* notamment les hypothèses stratégiques fixées par l'AMSB et les hypothèses de marché mises en place dans la section II.1 avant toute simulation de chocs.

On rappelle ici l'hypothèse selon laquelle le mode de commissionnement est **fixe** et correspond à 40 % des primes reçues par l'assureur.

On déduit alors des flux du scénario central, un montant de *Best Estimate central* : il s'obtient par somme des flux de trésorerie futurs actualisés au taux sans risque fourni par la courbe des taux EIOPA selon la méthode explicitée en II.3.1.2.1.

On obtient donc un BE qui vaut au temps $t=0$: $BE = -11\,118,06 \text{ €}$. On remarque donc que dans le cadre du scénario central, à $t=0$, les provisions *Best Estimate* de l'assureur sont négatives dû au fait que ces contrats sont très rentables pour l'assureur.

\\ Risque de souscription vie

Dans le cadre du risque de souscription vie, il a été pris en compte quatre sous-modules de risques ce qui donne lieu à quatre scénarios de choc :

- Le scénario de choc mortalité
- Le scénario de choc de rachat (hausse, baisse et masse)
- Le scénario de choc de frais
- Le scénario de choc CAT

➤ Scénario choc mortalité

On rappelle que le scénario de choc de mortalité correspond à un choc annuel de 15% des q_x . On obtient alors par le calcul du *Best Estimate* énoncé précédemment un $BE_{choc\ mortalité}$. Le SCR de mortalité s'obtient alors par le calcul suivant :

$$Life_{Mort} = BE_{choc\ mort} - BE_{Central}$$

Le graphique suivant permet de comparer le BE choqué avec le BE central dans une vision à $t=0$:

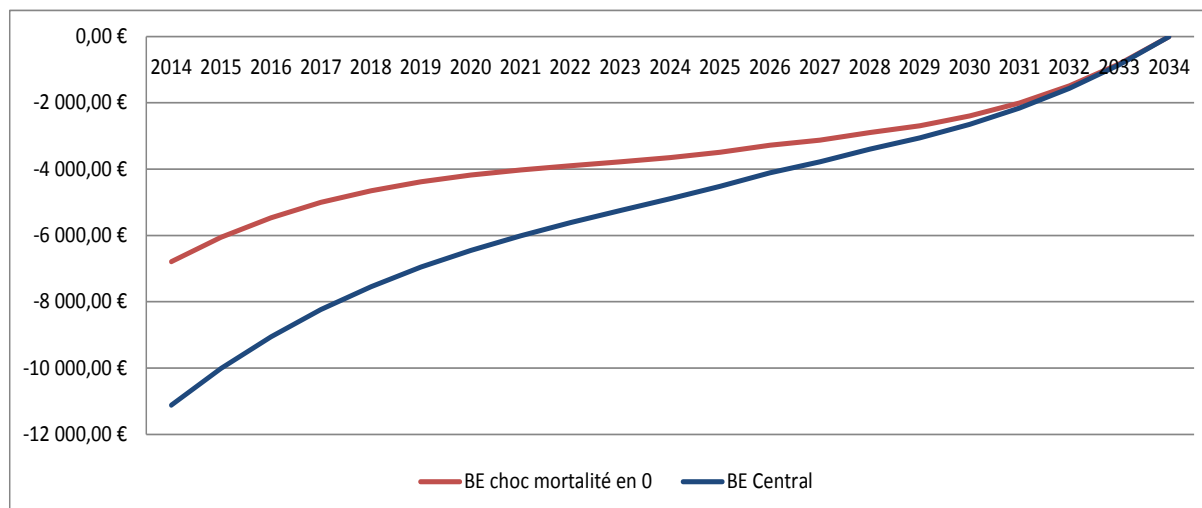


Figure 40: Comparaison BE Central et BE choc mortalité à $t=0$

On remarque bien que le choc de mortalité en 0 entraîne une augmentation du BE de l'assureur.

En effet, une hausse de la sinistralité implique nécessairement une augmentation des engagements de l'assureur et donc du *Best Estimate*.

On obtient donc après calcul : $Life_{Mort} = 4\,335,87\ €$

➤ Scénario choc rachat (Lapse)

Concernant le choc de rachat, il existe, comme cité précédemment, trois types de choc de rachat :

- Le choc de rachat hausse (*Lapse up*) : Il correspond à une hausse annuelle de 50% du taux de rachat initial du portefeuille de 6 %.
- Le choc de rachat baisse (*Lapse down*) : Il correspond à une baisse annuelle de 50% du taux de rachat initial du portefeuille de 6 %.
- Le choc de rachat de masse (*Lapse mass*) : Il correspond à un choc immédiat de 40% pendant la première année de projection du contrat.

Alors : $BE_{Lapse} = \text{Max}(BE_{Lapse\ up}; BE_{Lapse\ down}; BE_{Lapse\ mass})$.

Par conséquent, le SCR de Rachat correspond à la différence entre le BE_{Lapse} et le $BE_{Central}$.

On obtient donc à $t=0$: $Life_{Lapse} = Life_{mass} = 4\,447,22\ €$

➤ Scénario choc de dépenses (Expenses)

Le choc de dépenses correspond dans ce modèle à un choc annuel de 10% du taux de frais.

On obtient alors le SCR frais par différence entre le $BE_{Expenses}$ et le $BE_{Central}$.

Le SCR de frais vaut donc à t=0 : $Life_{Expenses} = 701,65 \text{ €}$

➤ Scénario choc CAT

Concernant le choc CAT, il correspond comme détaillé précédemment à un choc de 0,15% des q_x lors de la première année de projection du contrat.

On obtient alors le SCR CAT noté $Life_{CAT}$ par différence entre le BE_{CAT} et le $BE_{Central}$.

A t=0, le capital requis au titre du risque CAT vaut donc :

$$Life_{CAT} = 4.14 \text{ €}$$

On note que le choc CAT ne représente qu'un poids négligeable dans le calcul du SCR.

Voici un tableau récapitulatif des montants de SCR des sous-modules du risque de souscription vie :

Figure 41: Décomposition du SCR Vie dans le cas du mode de commissionnement fixe

SCR Souscription Vie (CF)	2014
Mortalité	4 335,85 €
Longévité	
Incapacité / Morbidité	
Chute	3 176,64 €
Frais	701,65 €
Révision	
CAT	4,14 €
SCR Vie (CF)	5 757,60 €

On obtient alors, par application de la formule standard citée dans la partie II.3.2, le **SCR de Souscription Vie**, noté SCR_{Life} , à t=0: $SCR_{Life} = 5 757,60 \text{ €}$.

\\ Risque de marché

Compte tenu du portefeuille à disposition, seul les chocs de taux ont été modélisés : un choc de taux à la hausse et un choc de taux à la baisse

➤ Scénario choc taux hausse

Le choc de taux à la hausse est appliqué en actualisant les flux du contrat par la courbe des taux hausse fournie par l'EIOPA au 31/12/2014. On obtient donc le $SCR_{Taux\ hausse}$ par la différence entre le BE choqué à la hausse et le BE obtenu dans le cadre du scénario central.

On obtient donc à t=0 : $SCR_{Taux\ hausse} = 801,55 \text{ €}$

➤ Scénario choc taux baisse

Le choc de taux baisse s'obtient en actualisant les différents flux du contrat par la courbe des taux baisse fournie par l'EIOPA au 31/12/2014.

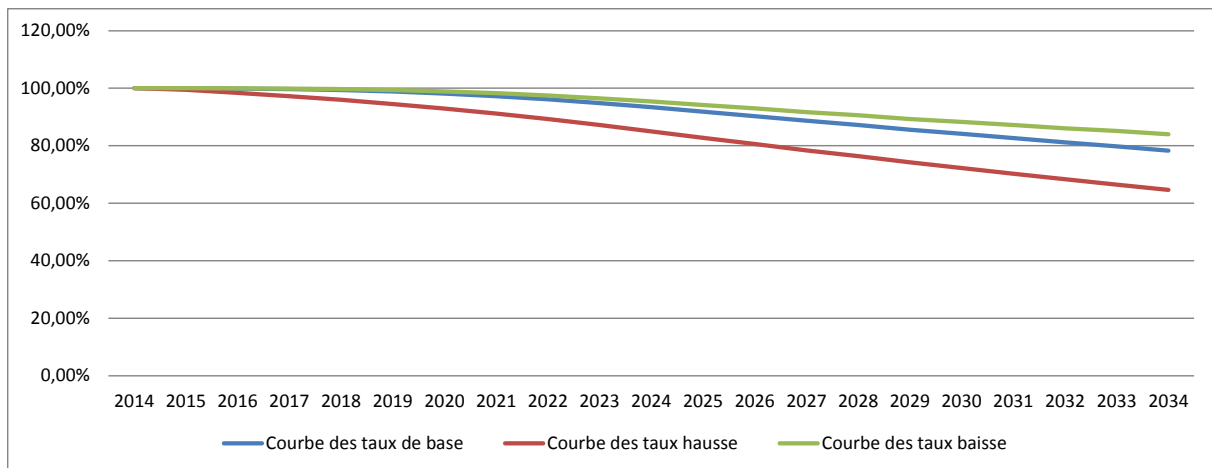


Figure 42: Comparaison des courbes des taux EIOPA

On a donc : $SCR_{Taux\ baisse} = BE_{Taux\ baisse} - BE_{central}$

Ce qui donne à $t=0$: $SCR_{Taux\ baisse} = 0\ €$

Par conséquent le SCR de marché à $t=0$ vaut donc : $SCR_{Mkt} = 801,55\ €$

On peut donc déterminer le montant du BSCR à $t=0$ qui vaut donc : $BSCR = 6008,40\ €$

\\ Risque Opérationnel

Après application des calculs explicités dans la partie II.3.2, le SCR Opérationnel à $t=0$ vaut donc :

$$SCR_{Op} = 570,05\ €$$

Le graphique suivant permet de comparer les différents SCR obtenus :

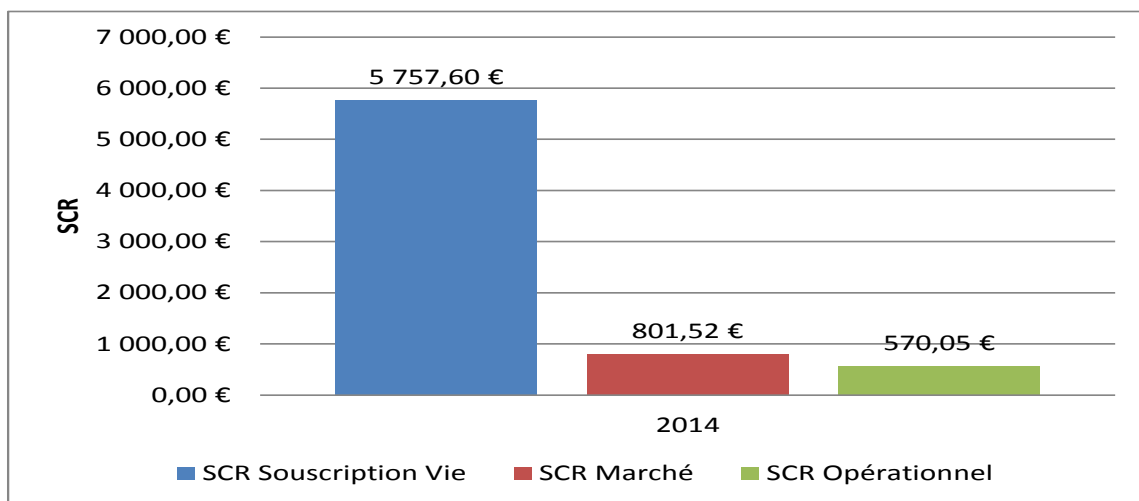


Figure 43: SCR par modules de risque

On peut alors déterminer le SCR total à $t=0$ par application de la formule standard :

$$SCR = BSCR + SCR_{Op} = 6\ 578,45\ €$$

II.3.4.2- Etude de rentabilité du portefeuille dans le référentiel Solvabilité 2

On rappelle que cette étude s'effectue dans le cadre de contrats avec un mode de commissionnement fixe correspondant à 40 % des primes.

➤ Evaluation du besoin en fonds propres :

On remarque qu'à t=0 le SCR est inférieur à l'EMS dans le cadre du portefeuille emprunteur de l'assureur. Cependant ces valeurs restent toutefois assez proches :

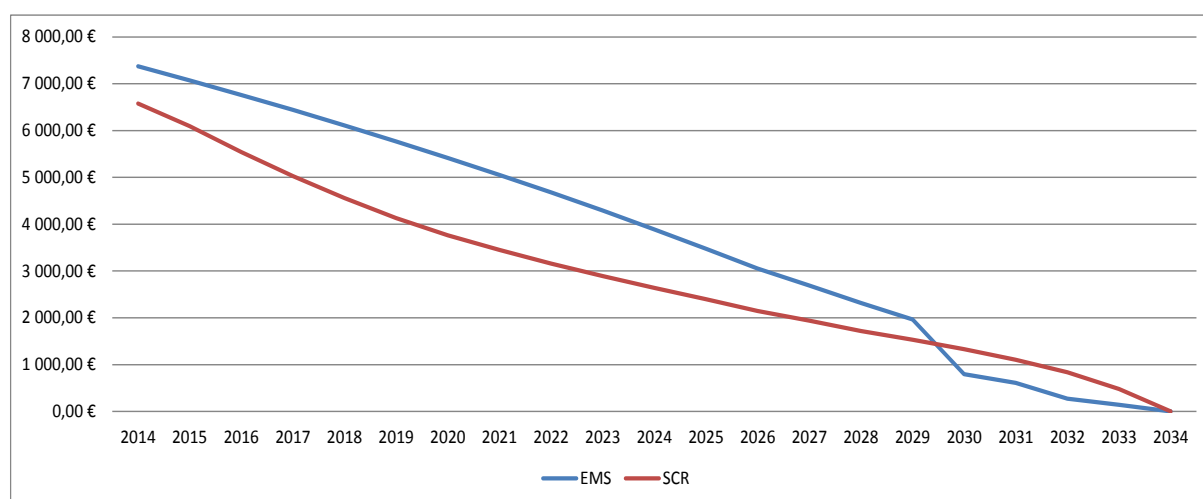


Figure 44: Comparaison entre EMS et SCR

Le graphique précédent permet de voir que dans une vision t=0, le niveau d'exigence de capital (SCR) dans le référentiel Solvabilité 2 est globalement inférieur à l'exigence de marge de solvabilité (EMS) imposé par référentiel Solvabilité 1. On peut donc en conclure que la mise en place de la directive Solvabilité 2 a eu un effet plutôt favorable car elle a permis de réduire l'exigence de fonds propres de l'assureur pour un portefeuille emprunteur dans le cas de la garantie décès.

➤ Les flux actionnaires

Les flux actionnaires permettent de mesurer l'investissement des actionnaires. Afin de mesurer les flux actionnaires sous Solvabilité 2, il s'agit de remplacer dans le calcul des flux actionnaires S1, l'EMS par le SCR :

$$FA(t) = RAPB_t + [k * SCR_{t-1} - k * SCR_t] - i * k * SCR_{t-1}$$

On suppose que l'on dispose donc ici d'un niveau de fonds propres égal au capital de solvabilité requis (SCR).

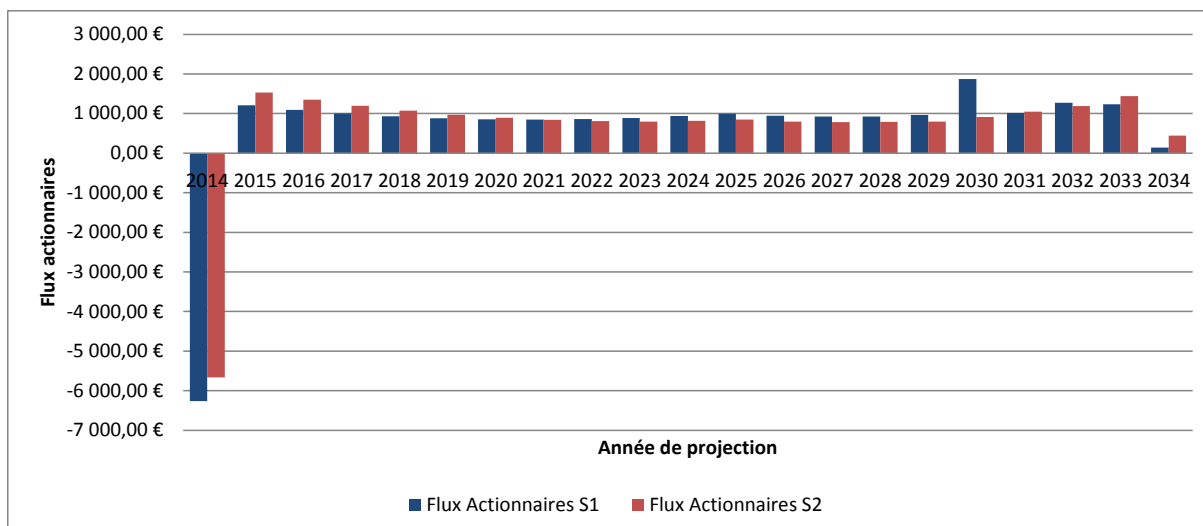


Figure 45: Comparatif des flux actionnaires S1 et S2

Ce graphique permet de constater que l'investissement des actionnaires est très proche entre les référentiels *Solvabilité 1* et *Solvabilité 2*. Ainsi, les flux actionnaires sont supérieurs dans le référentiel *Solvabilité 2* à court terme. A moyen-long terme, ce graphique montre que les flux actionnaires calculés dans le référentiel *Solvabilité 1* deviennent supérieurs aux flux actionnaires du référentiel *Solvabilité 2*.

➤ Détermination du taux de rentabilité interne (TRI)

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) d'un assureur dans le référentiel *Solvabilité 2* correspond au taux d'actualisation permettant d'annuler la valeur actuelle probable des flux financiers générés par le produit entre les actionnaires et la compagnie d'assurance dans ce référentiel.

On obtient donc un TRI dans le référentiel *Solvabilité 2* égal à **19 %** par rapport à **15 %** dans le référentiel *Solvabilité 1*.

On peut donc en déduire que :

- le portefeuille d'assurance emprunteur est rentable car supérieur à taux de rémunération des actionnaires (RDR) de 9 %.
- Le portefeuille est plus rentable pour l'assureur dans le référentiel *Solvabilité 2* que dans le référentiel *Solvabilité 1*.

➤ Détermination de la NPV

La *Net Present Value (NPV)* est un autre indicateur permettant de mesurer la rentabilité d'un assureur.

Le tableau suivant permet de comparer la *NPV* dans les référentiels *Solvabilité 1* et *Solvabilité 2*

Figure 46: Comparaison des NPV S1 et S2

NPV	NPV S1	NPV S2
2014	2 554,02 €	3 392,46 €

On peut donc dire que dans le cadre du portefeuille donné, les contrats emprunteurs sont plus rentables pour l'assureur dans le référentiel Solvabilité 2 que dans le référentiel Solvabilité 1.

➤ Indicateurs de rentabilité du résultat de l'assureur

Après avoir déterminé le ratio $\frac{\text{Résultat}}{\text{EMS}}$ dans le référentiel Solvabilité 1, on peut calculer le rapport $\frac{\text{Résultat}}{\text{SCR}}$ dans le référentiel Solvabilité 2. On obtient alors le graphique suivant :

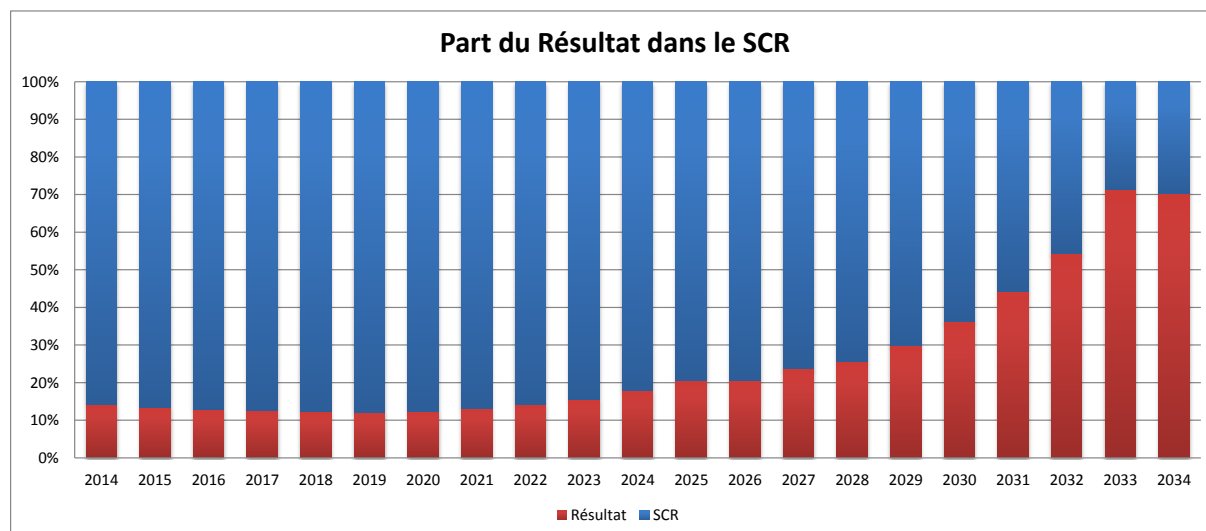


Figure 47: Part du Résultat dans le SCR

A court terme, il est important de noter que le résultat ne représente qu'une faible part du SCR.

En revanche, à long terme, du fait de la décroissance du risque et donc du hausse du résultat, on remarque que le résultat permet de couvrir une part importante du capital de solvabilité requis (SCR).

II.3.4.3- Impacts du passage au mode de commissionnement variable sur le montant de SCR

Il s'agit dans cette étude de passer d'un mode de commissionnement fixe des apporteurs à hauteur de 40 % des primes à un mode de commissionnement variable. Il a été choisi pour cette étude quatre modes de commissionnement variables détaillées dans la partie III.3.3.

On rappelle ici les quatre modes de commissionnement variable utilisés :

- En fonction du résultat : un commissionnement variable égal à 50 % du résultat.
- En fonction du ratio S/P
- En fonction du résultat pour un objectif atteint : une commission égale à 50 % du résultat pour un objectif de résultat atteint d'environ 3 000 €.
- En fonction des primes sur une période fixée : un commissionnement de 50 % des primes sur les trois premières années du contrat.

L'objectif de cette partie est de comparer l'impact de ces différentes méthodes de commissionnement variables sur le montant du SCR de l'assureur :

En t= 0, le tableau suivant permet de comparer les montants de SCR selon les différents modes de commissionnement variable :

Figure 48: Tableau comparatif des SCR selon différentes méthodes de commissionnement variable

SCR	2014
SCR (Méthode n°1)	6 290,19 €
SCR (Méthode n°2)	8 364,88 €
SCR (Méthode n°3)	12 155,73 €
SCR (Méthode n°4)	11 730,86 €

La méthode de commissionnement variable n°1 est la méthode qui présente le SCR le plus bas.

On remarque, de plus, que la méthode de commissionnement variable n°1 est la seule méthode qui permet de réduire le SCR par rapport au mode de commissionnement fixe.

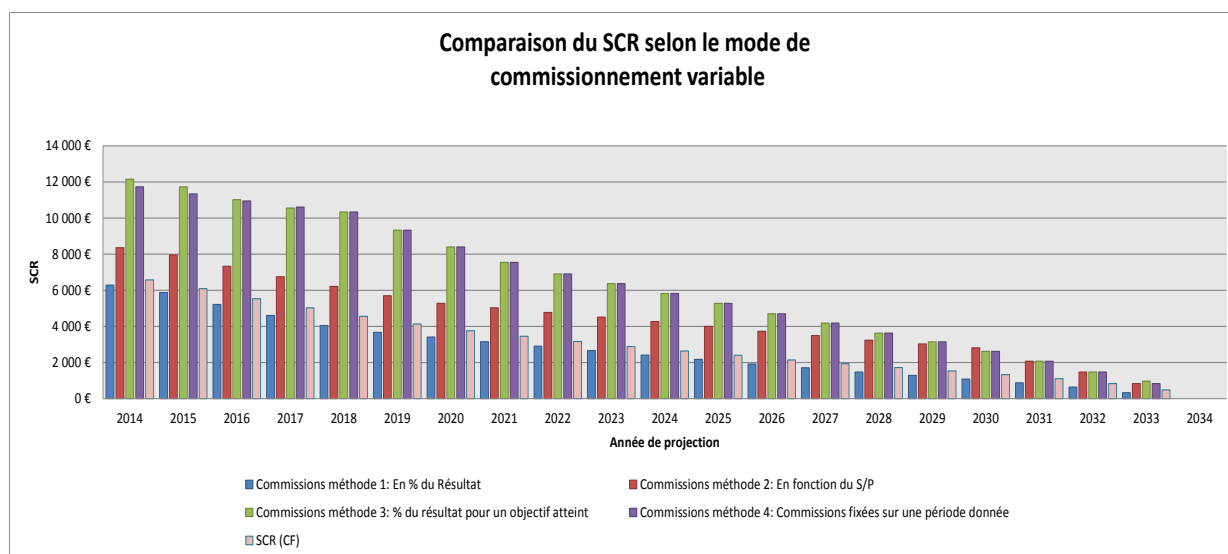


Figure 49: Comparaison du SCR selon le mode de commissionnement variable

Ce graphique permet de comparer les différentes méthodes de commissionnement variable entre elles ainsi qu'avec la méthode de commissionnement fixe. Il montre bien que la seule méthode de commissionnement variable permettant de réduire le SCR calculé sur la base des commissions fixes est la méthode n°1.

Dans cette partie, il a été mis en place le portefeuille emprunteur dans le référentiel Solvabilité 2. Cela implique donc de déterminer les nouveaux montants de provisions (*Best Estimate*) et de capital de solvabilité requis (SCR). L'objectif de l'assureur est de minimiser le montant du SCR. Il sera donc abordé dans la partie suivante différentes méthodes d'optimisation du commissionnement variable dans le but de réduire cette exigence de capital.

III. METHODE D'OPTIMISATION DU COMMISSIONNEMENT VARIABLE DANS LE BUT DE MINIMISER LE SCR

La partie précédente de ce mémoire a permis de mettre en place le référentiel Solvabilité 2 et ainsi de déterminer le niveau de fonds propres requis (SCR) par l'assureur pour lancer un produit d'assurance emprunteur pour la garantie décès.

Ce SCR a été calculé en fonction de différents modes de commissionnement que l'assureur pourrait mettre en place pour rémunérer les apporteurs des contrats emprunteur :

- \\ Des commissions fixes versées à l'apporteur à hauteur de 40% des primes reçues par l'assureur.
- \\ Différents modes de commissionnement variable définies précédemment : En % du résultat, en fonction du ratio S/P, en % du résultat pour un objectif atteint et en % des primes sur une période fixée.

L'assureur cherche désormais à déterminer une nouvelle méthode de commissionnement variable optimal qui permettrait de minimiser le SCR. Pour cela, il sera mis en place un programme d'optimisation du commissionnement, en fonction de différents paramètres, qu'il s'agira ensuite de calibrer en collaboration avec l'apporteur afin d'établir un mécanisme de partage de risque avec celui-ci. En effet, l'assureur doit faire face à de nombreuses contraintes dans le cadre de l'élaboration du mode de commissionnement variable optimal :

- \\ L'assureur ne peut pas transférer l'intégralité du risque à l'apporteur.
- \\ L'assureur doit simplifier au maximum son mode de commissionnement variable optimal afin de faciliter l'accord avec l'apporteur.

III.1- Programme d'optimisation statique du mode de commissionnement variable

III.1.1-Méthode N°1 : Mise en place du programme à deux contraintes

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

On reprend les flux de primes, prestations et frais calculés précédemment et on suppose que le commissionnement variable à la date t=0 de projection (2014) est égal à :

$$CV = \alpha * Primes + \beta * Prestations$$

Où : CV : Commissionnement Variable

Afin de déterminer une méthode de commissionnement optimal permettant de minimiser le SCR, on résout le programme d'optimisation linéaire suivant :

On cherche α, β tels que :

$$\begin{aligned} CV^* &= \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} SCR(CV) \\ \text{s.c.} : &\left\{ \begin{array}{l} E[VAP(CV^*)] = E[VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{array} \right. \quad (1) \end{aligned}$$

Avec : CF : Commissions fixes

Cette méthode a été intégrée à notre outil *Excel/VBA* et testée à partir des données du portefeuille présentées dans la section II.1.1.

On obtient alors les coefficients optimaux α^* et β^* suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha^* = 117\% \\ \beta^* = -209\% \end{array} \right.$$

Ainsi, le commissionnement variable optimal permettant de minimiser le SCR est égal à :

$$CV^* = 117\% * Primes - 209\% * Prestations$$

Ce résultat peut également s'exprimer de la façon suivante :

$$CV^* = 117\% * (Primes - Prestations) - 92\% * Prestations$$

Le graphique suivant permet de comparer l'évolution du montant des commissions variables optimales avec celle des commissions fixes (40%) préalablement utilisées :

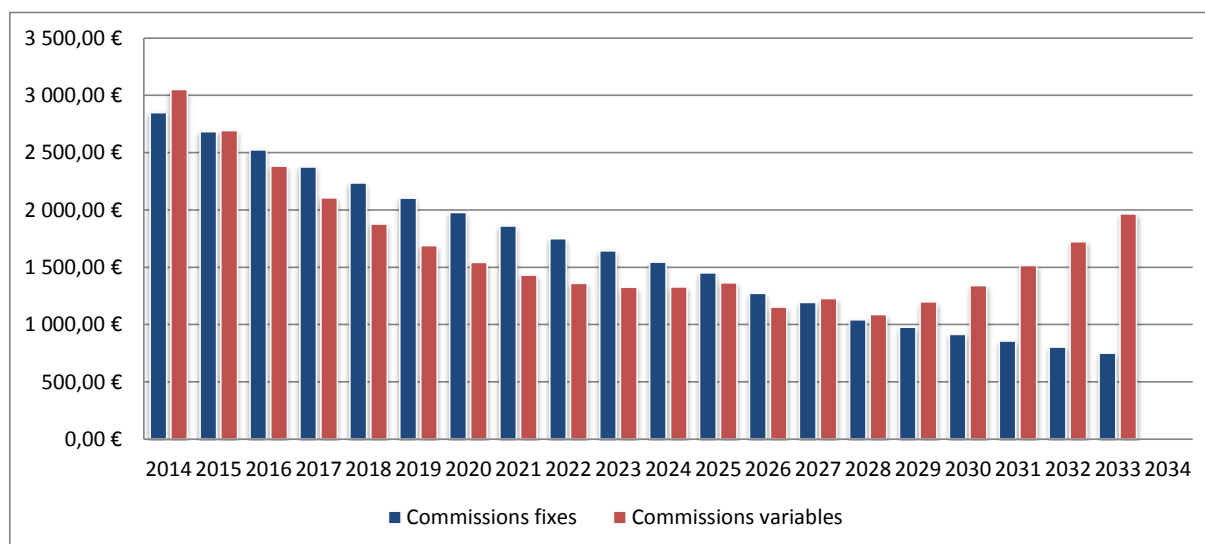


Figure 50 : Graphique Comparatif évolution commissions variables avec celle commissions fixes

Il est intéressant de remarquer que les commissions variables, bien que plus élevées la première année, s'équilibrent dès la deuxième année du prêt, pour ensuite passer en dessous des commissions fixes pendant les dix années suivantes. On note néanmoins une remontée de ces commissions variables dès 2027 jusqu'à la fin du prêt.

On peut expliquer ces fluctuations par le fait que le commissionnement variable optimal suit davantage le risque, celui-ci étant décroissant pendant les premières années du prêt pour ensuite remonter compte tenu de l'augmentation du risque de mortalité.

2. Impacts sur le solde de trésorerie

Un fait également intéressant à analyser est le gain de l'assureur en termes de trésorerie lorsque sont comparées les méthodes de commissionnement fixe et variable.

l_{ci} : Solde trésorerie_t = $R_t = P_t - S_t - F_t - C_t$

Avec: P_t : Montant des primes reçues à la date t

S_t : Charge de sinistres en t

F_t : Montant des frais versés à la date t

C_t : Montant de commissions versées aux apporteurs en t (fixes ou variables)

Le graphique suivant nous permet de comparer l'évolution du solde de trésorerie lorsque celui-ci est calculé avec les commissions fixes et avec le « meilleur » commissionnement variable obtenu :

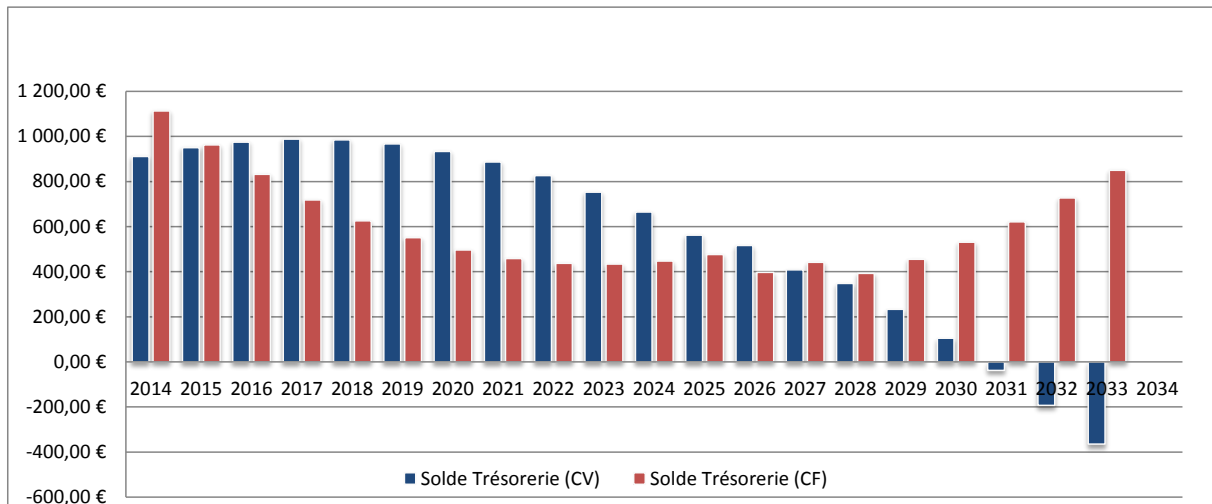


Figure 51 : Graphique comparatif évolution soldes de trésorerie CF et CV

Ce graphique permet de remarquer les points suivants :

- ∞ Le solde de trésorerie, dans le cas du mode de commissionnement variable optimal, est croissant lors des premières années du prêt, puis décroît avec l'augmentation du risque, pour devenir négatif les dernières années du prêt.
- ∞ Le solde de trésorerie (CV), bien que plus faible la première année du contrat, devient très rapidement plus élevé que le solde de trésorerie calculé sur la base de commissionnement fixe, pour ensuite devenir, à nouveau, moins élevé sur la fin du contrat. Cela permet ainsi d'accumuler suffisamment de richesse afin de faire face à l'accroissement du risque.

On en déduit que la rémunération variable optimale ne permet pas à l'assureur d'effectuer un gain de trésorerie par rapport à la rémunération fixe.

3. Impacts sur le SCR

Le mode de commissionnement variable optimal a un réel impact positif en termes de SCR pour l'assureur :

Pour le SCR Vie, le tableau suivant permet de comparer, module par module, les deux modes de commissionnement :

Figure 52 : Tableau comparatif, module par module, du SCR Vie selon les deux modes de commissionnement

SCR Vie	Commissions fixes	Commissions variables optimales
Mortalité	4 335,85€	0,00€
Chute	3 176,64€	3 204,83 €
Frais	701,65€	701,65€
CAT	4,14 €	0,00€

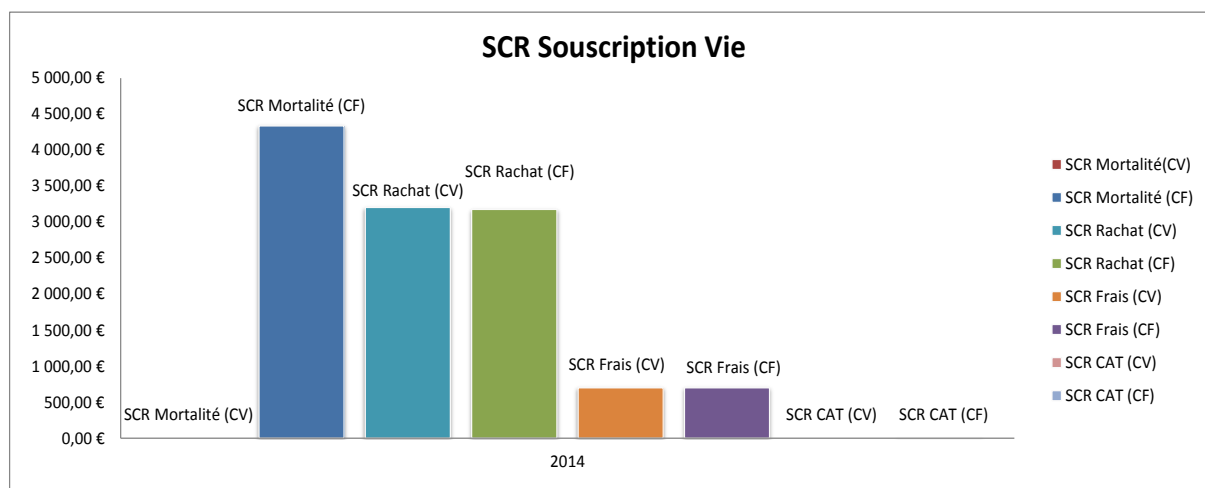


Figure 53 : Graphique SCR Souscription Vie

Ces éléments montrent bien un transfert de risque de mortalité, car le mode de commissionnement variable optimal permet d'annihiler totalement le SCR de mortalité. De même, le SCR CAT est également réduit.

En revanche, le SCR Frais et le SCR rachat ne sont quasiment pas impactés par ce changement de mode de commissionnement. En effet, ces SCR sont indépendants du mode de commissionnement choisi.

Ainsi, la méthode de commissionnement optimal obtenue dans cette section a permis de réduire considérablement le SCR Souscription Vie.

Par conséquent, le SCR global est fortement réduit par la méthode de commissionnement variable optimal comme le prouve le graphique suivant :

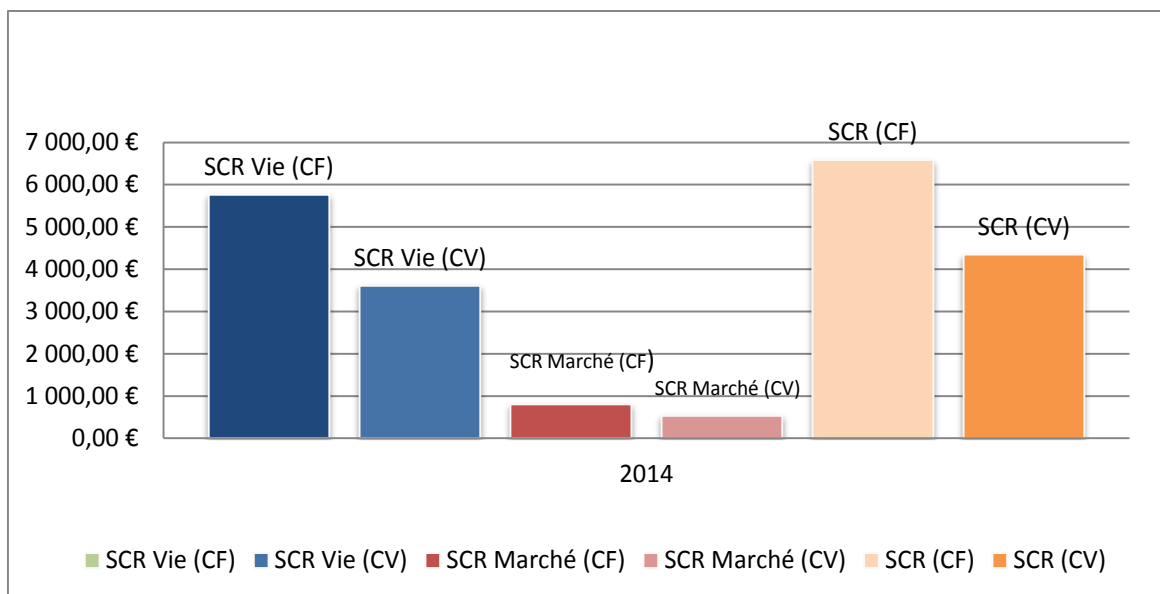


Figure 54 : Graphique SCR Global par méthode Commissionnement Variable Optimal

En effet, le SCR de Marché n'est que très faiblement impacté par ce changement de mode de commissionnement. Par ailleurs, la variation du SCR opérationnel est négligeable.

Ainsi, le mode de commissionnement variable optimal a permis de réduire considérablement le niveau de fonds propres exigé pour l'assureur. Cette réduction est principalement liée à la baisse du SCR Souscription Vie et plus particulièrement à la baisse du SCR Mortalité.

En revanche, cette méthode de commissionnement optimal ne permet pas de réduire le SCR de Rachat, qui augmente même sensiblement.

4. Impact en termes de NAV

En terme de NAV, c'est-à-dire de fonds propres économiques de l'assureur, la méthode de commissionnement variable optimal permet de dégager davantage de fonds propres que dans le cas du commissionnement fixe. C'est ce que montre le graphe suivant :

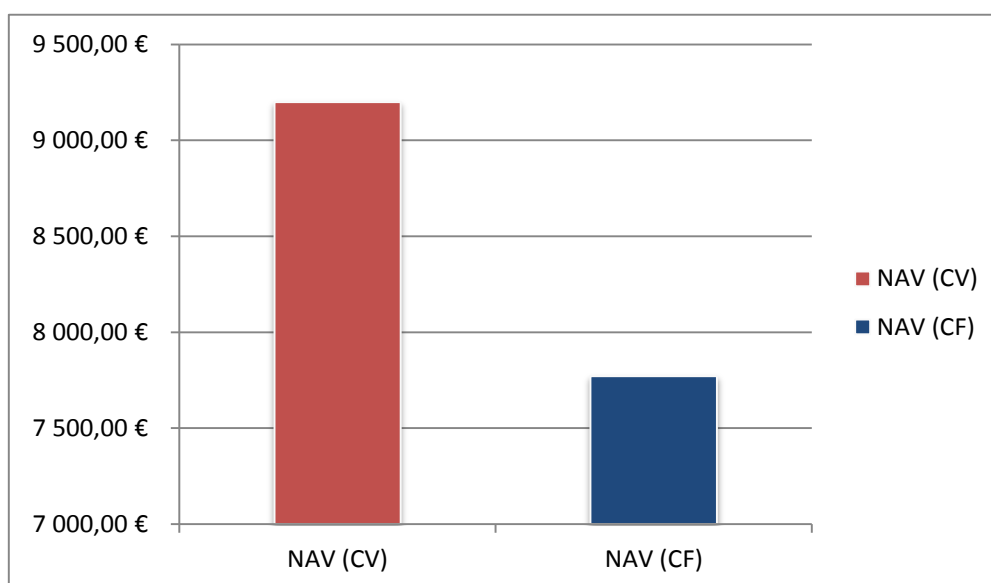


Figure 55 : Graphique Fonds propres commissionnement fixe et commissionnement variable

Par ailleurs, cette formule de commissionnement variable avec $\alpha^* = 117\%$ et $\beta^* = -209\%$ signifie que l'assureur doit verser aux apporteurs un montant supérieur aux primes qu'il reçoit, diminué de deux fois le montant des prestations versées par l'assureur pour rembourser les prêts assurés.

On observe donc ici un phénomène d'effet de levier, effet amplificateur menant à l'endettement pour augmenter la capacité d'investissement de l'assurance et ainsi permettre de stimuler la rentabilité des fonds investis.

Cet effet de levier n'est souhaitable ni pour l'assureur ni pour l'apporteur car elle induit une amplification importante du risque ce qui est contraire à la politique assurantielle qui vise à minimiser le risque.

III.1.2-Méthode N°2 : Ajout de nouvelles contraintes au programme d'optimisation

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

Afin de remédier à cet effet indésirable, il a été ajouté deux contraintes au programme d'optimisation :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha \leq 1 \\ \beta \geq -1 \end{array} \right.$$

On obtient alors en ajoutant ces deux contraintes au programme d'optimisation (1), les coefficients optimaux suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha^* = 77\% \\ \beta^* = -100\% \end{array} \right.$$

Le commissionnement variable optimal vaut donc :

$$\begin{aligned} CV^* &= 77\% * Primes - 100\% * Prestations \\ &= 77\% * (Primes - Prestations) - 23\% * Prestations \end{aligned}$$

L'assureur garde donc 23% des primes et reverse le reste aux apporteurs. Par ailleurs, le montant total des sinistres payés par l'assureur est retiré des commissions. Ainsi, l'assureur verse des commissions en gardant une partie des primes, tout en se préservant d'une éventuelle hausse des sinistres à payer, en les retirant à 100% du montant du commissionnement.

Il est désormais intéressant d'observer dans un premier temps les impacts de cet ajout de contraintes sur le montant des commissions variables :

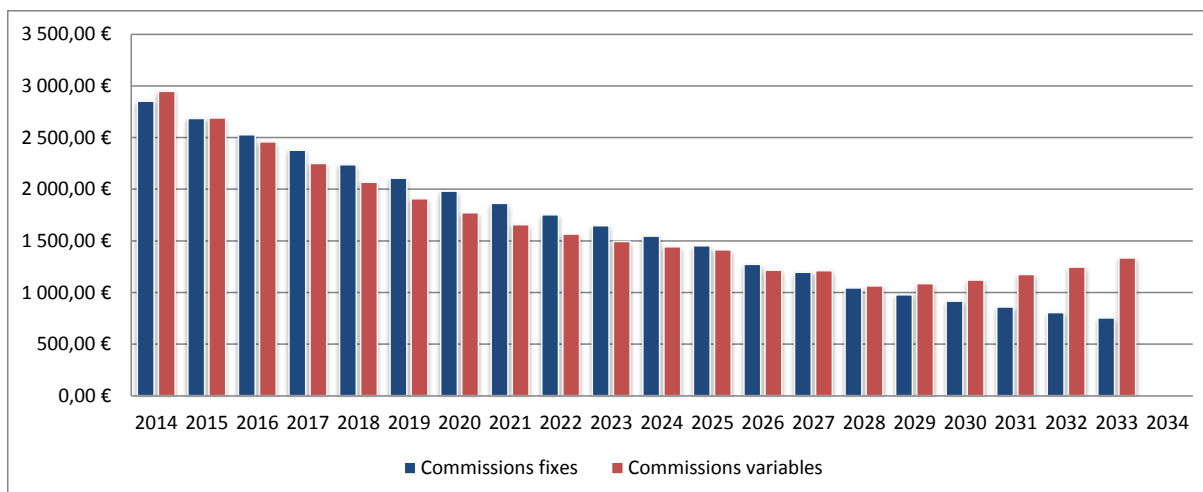


Figure 56 : Graphiques Impacts Méthode 2 sur le versement des commissions variables

On remarque que le montant des commissions variables optimales, bien que légèrement inférieur, évolue de la même façon que dans la méthode précédente. Il est également intéressant de noter que le montant des commissions variables reste relativement proche du montant des commissions fixes pendant l'évolution du prêt.

2. Impacts sur le solde de trésorerie

Concernant le solde de trésorerie, on peut noter un élément important : dans le cadre du mode de commission variable optimal, le solde de trésorerie, bien que décroissant, reste positif tout au long du prêt. Cette méthode s'avère donc être plus sûre pour l'assureur car elle lui assure de n'avoir aucune année de déficit pendant toute la durée du contrat.

Le graphique suivant appuie ce propos :

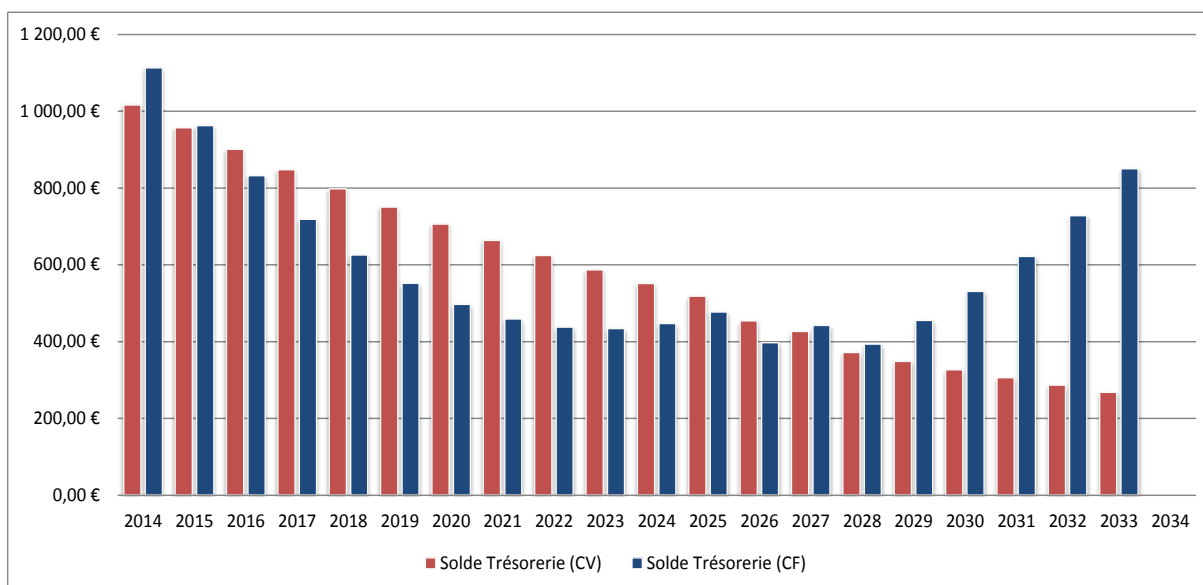


Figure 57 : Graphique Impact Méthode 2 sur Solde Trésorerie

Cette méthode paraît donc être plus avantageuse pour l'assureur puisqu'il distribue moins de commissions et s'assure un solde de trésorerie positif pendant toute la durée d'un contrat emprunteur.

3. Impacts sur le SCR

Par ailleurs, en termes de SCR, cette méthode permet de réduire considérablement le montant de capital requis. Néanmoins, la Méthode N°1 permet de réduire davantage le SCR :

- Le SCR Souscription Vie : Le choc de mortalité est réduit dans sa quasi-totalité de la même façon que pour la méthode n°1. Le choc CAT se réduit de la même façon. En revanche, le choc de rachat reste toujours aussi important et n'est pas amorti par la méthode de rémunération variable optimale. Par ailleurs, le choc de frais n'est lui pas impacté par un changement de mode de commissionnement.

Figure 58 : Tableau de calcul du SCR Vie selon différents modes de commissionnement

SCR Vie	Commissions fixes	CV Méthode 1	CV Méthode 2
Mortalité	4 335,85€	0,00€	34,40€
Chute	3 176,64€	3 204,81€	3 190,14€
Frais	701,65€	701,65€	701,65€
CAT	4,14 €	0,00€	0,03€
SCR Vie	5 757,60 €	3 607,19 €	3 594,58 €

On remarque bien que la méthode n°2 permet de réduire davantage le SCR Vie.

- Le SCR Marché : On remarque que la méthode de commissionnement variable n°2 permet également de réduire le SCR Marché mais de façon moins importante que dans la méthode n°1 :

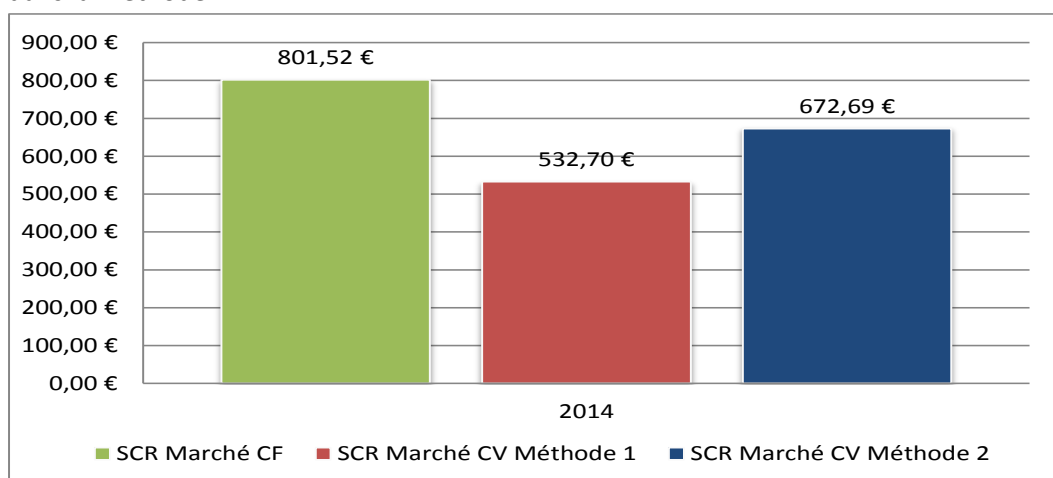


Figure 59 : Graphique Différents modes de commissionnement et SCR Marché

- Le SCR Opérationnel n'est pas affecté par un quelconque changement de mode de commissionnement.

Par conséquent, en termes de réduction de SCR, cette méthode de commissionnement optimal est assez équivalente à la précédente.

La NAV augmente également grâce à cette méthode mais reste néanmoins légèrement inférieure à celle obtenue pour la méthode N°1.

On peut donc conclure que cette méthode est plus avantageuse que la précédente du point de vue de l'assureur, dans la mesure où elle permet de réduire efficacement le SCR tout en réduisant le

montant des commissions versées et en assurant un solde de trésorerie positif tout le long d'un emprunt.

III.1.3- Méthode N°3 : Intégration de la notion de Résultat Technique Pur dans la rémunération variable optimale des apporteurs

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

Après avoir déterminé deux méthodes de commissionnement variable optimal en fonction des primes et prestations, les apporteurs réclament davantage de commissions, compte tenu de la baisse du SCR. L'assureur a donc décidé d'intégrer la notion de résultat technique pur dans le mode de commissionnement variable optimal. On a donc :

$$CV = \alpha * Primes + \beta * Prestations + \gamma * Résultat technique pur$$

Où : *Résultat technique pur = Primes acquises – Prestations*

La prime acquise, autrement appelée prime de risque s'obtient de la façon suivante :

$$Primes acquises_t = \left(\sum_{t=1}^N \frac{P_t}{S_t} \right) * S_t$$

On résout alors le programme d'optimisation suivant :

$$CV^* = ArgMin_{\alpha, \beta} SCR(CV)$$

$$\text{s.c.} \begin{cases} E [VAP(CV^*)] = E [VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \alpha \leq 1, \beta \geq -1 \end{cases}$$

On obtient alors les coefficients optimaux suivants :

$$\begin{cases} \alpha^* = 78\% \\ \beta^* = -100\% \\ \gamma^* = -1\% \end{cases}$$

Dans cette méthode, l'assureur s'engage à verser 78% du montant des primes reçues, et à retirer 1% du résultat technique pur aux apporteurs.

Les primes acquises (primes de risque) présentent l'avantage de suivre davantage le risque :

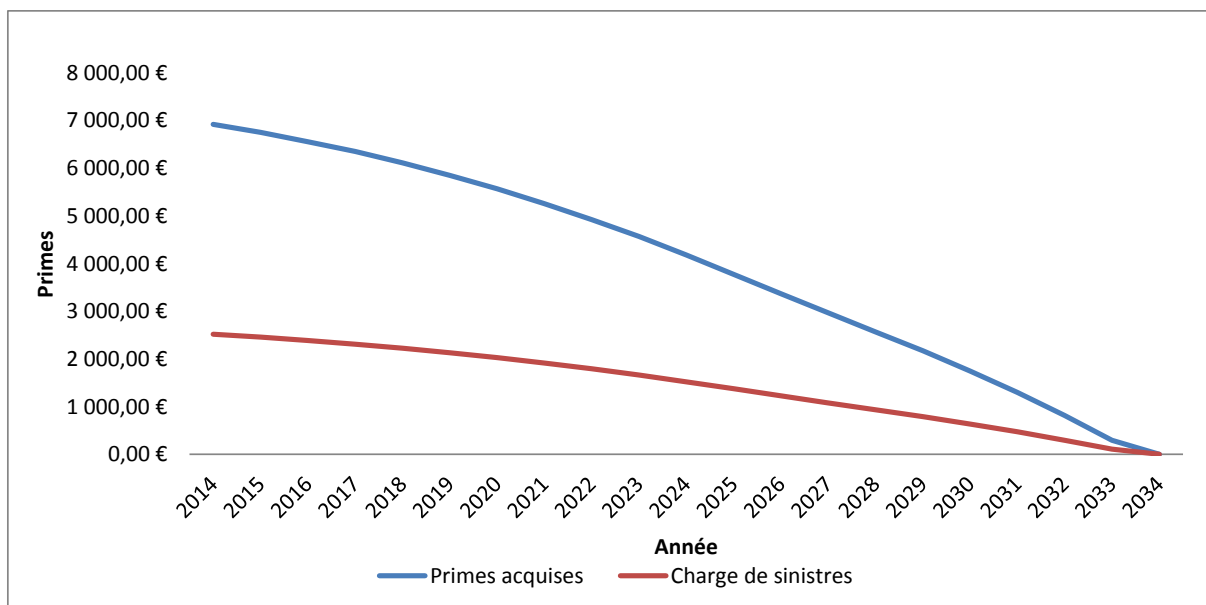


Figure 60 : Graphique Evolution primes acquises et risques

Le graphique montre bien que les primes acquises suivent bien la décroissance du risque. Elles évoluent ainsi de la même façon que le montant des sinistres. L'écart entre les primes acquises et les sinistres correspond au résultat technique pur de l'assureur.

Le Résultat technique Pur décroît pendant toute la durée de l'emprunt du fait de la diminution progressive des primes acquises :

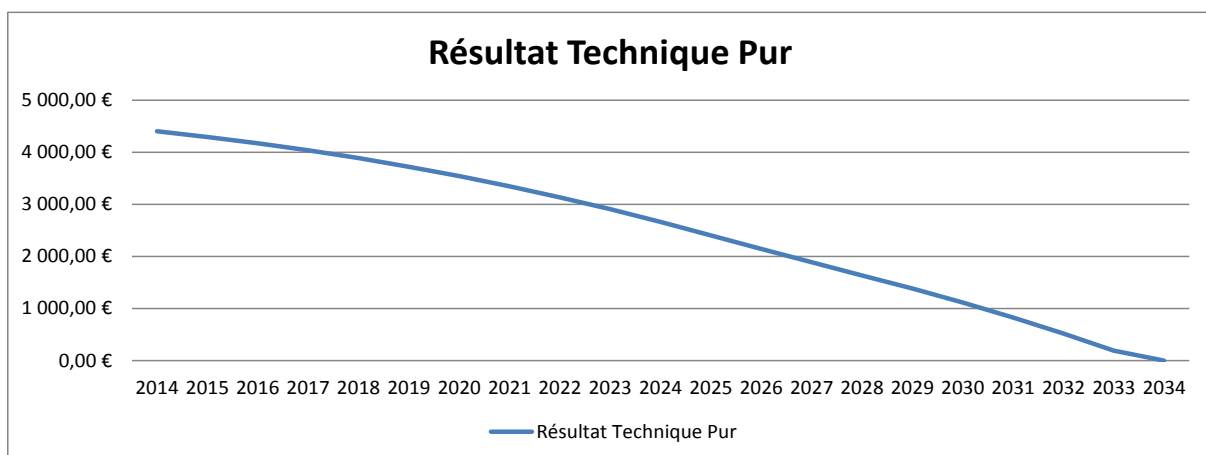


Figure 61 : Graphique Résultat Technique Pur

Pour rendre compte de l'impact de cette méthode par rapport aux précédentes, sur le montant des commissionnements variables, on observe le graphe suivant :

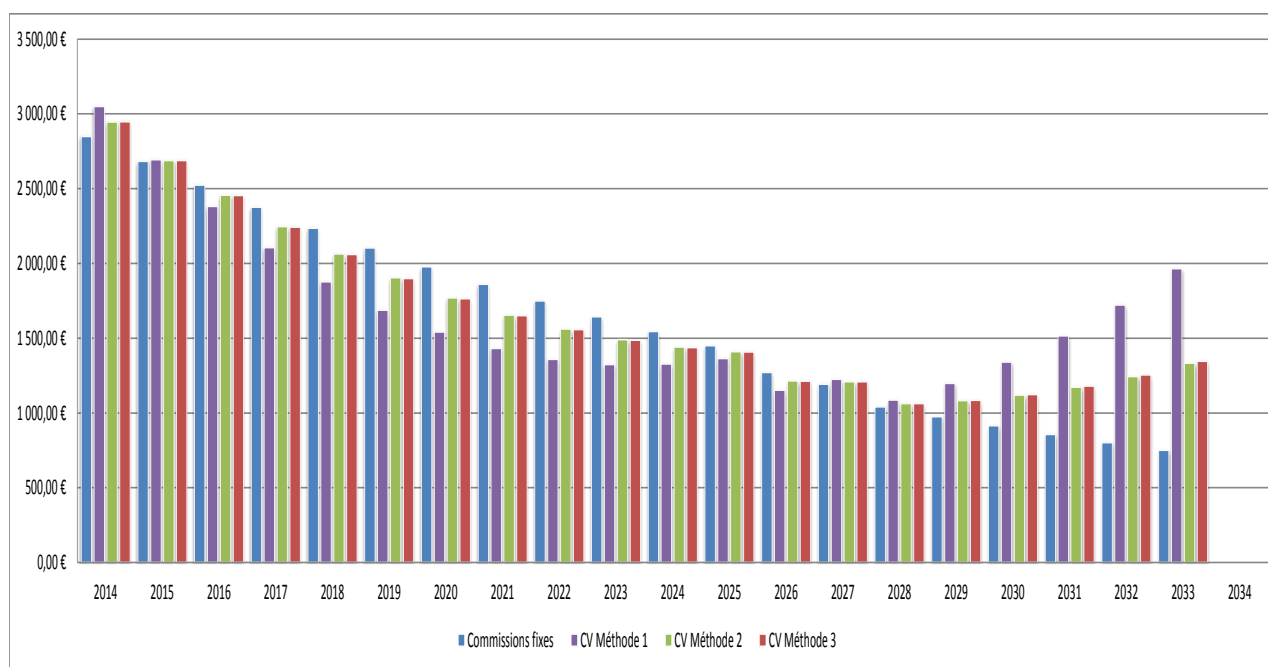


Figure 62 : Graphique Impact de la méthode sur les versements des commissionnements variables

Le graphe montre bien qu'en termes de montant de commissions versées à l'apporteur, cette méthode est équivalente à la méthode N°2.

2. Impacts sur le solde de trésorerie

De même, le solde de trésorerie est équivalent à celui obtenu pour la méthode n°2 ce qui permet à l'assureur d'avoir un solde de trésorerie positif tout au long de l'emprunt.

3. Impacts sur le SCR

Il est désormais intéressant de mesurer l'impact de cette méthode sur le SCR en comparaison avec les deux autres méthodes préalablement citées :

\\ Le SCR Souscription Vie :

1. SCR Mortalité : Le SCR Mortalité diminue considérablement mais de manière moins importante que dans la méthode 1 dans laquelle il disparaît totalement ou dans la méthode 2 où il est deux fois moins élevé. Cependant, le SCR Mortalité est quasi-totalement absorbé par cette méthode de commissionnement variable.
2. SCR Rachat : De la même manière que pour les deux autres méthodes, le SCR rachat n'est pas du tout impacté par le mode de commissionnement optimal.
3. SCR CAT : Cette méthode de commissionnement optimal permet d'annuler dans sa quasi-totalité ce SCR de la même façon que pour les méthodes 1 et 2.
4. SCR Frais : Le SCR Frais n'est pas impacté par un changement du mode de commissionnement.

Au global, le graphe suivant nous permet de comparer le SCR Souscription Vie selon les trois méthodes de commissionnement variable optimal :

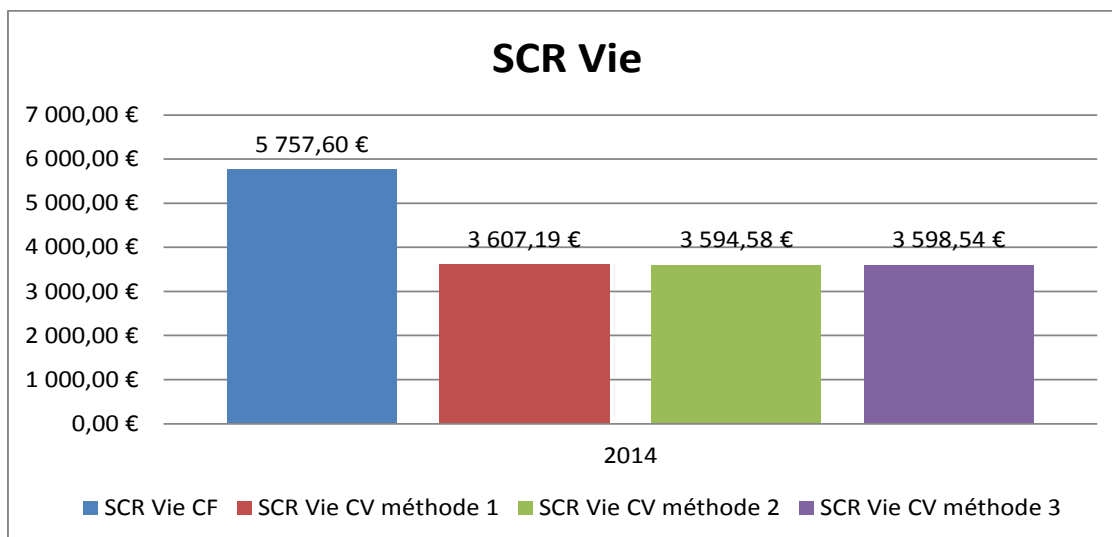


Figure 63 : Comparaison SCR Vie selon les différentes méthodes de commission variable optimal

Les trois méthodes permettent de réduire considérablement le SCR Souscription Vie et ont, à quelques euros près, un impact équivalent.

- \\ Le SCR Marché : Le SCR de marché ne constitue qu'une part très légère dans la réduction du SCR Total.
- \\ Le SCR Opérationnel n'est que très faiblement impacté par un changement de mode de commissionnement. Sa variation est négligeable.

Au global, on observe donc le résultat suivant pour le SCR Total:

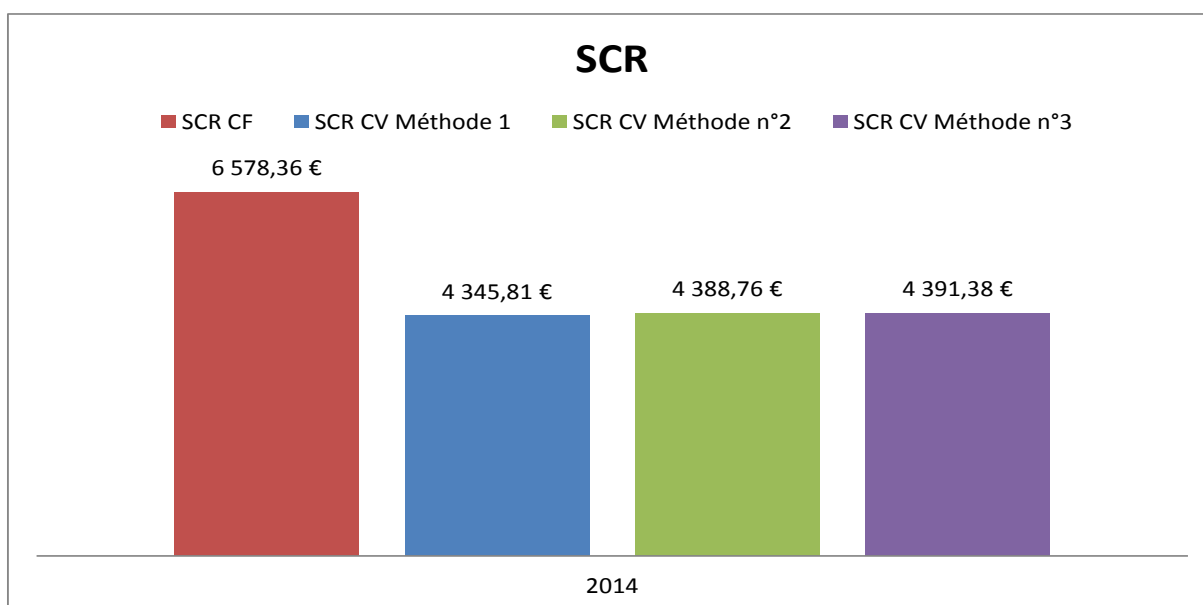


Figure 64 : SCR selon les différents modes de commissionnement

Ce graphique montre que ces trois méthodes sont assez proches en termes d'impact sur la réduction du SCR. On peut également noter que cette méthode de commissionnement variable optimal permet de réduire de près de 34 % le montant du SCR déterminé selon la méthode de commissionnement fixe. Cependant, on peut toutefois noter que ce modèle est sur-paramétré. En effet, l'information

que porte ici le γ n'apporte rien étant donné sa valeur de -1 %, bien que l'idée de l'ajout du résultat technique pur dans le mode de commissionnement variable optimal soit actuariellement intéressante.

Lorsque l'on fait le test uniquement avec deux paramètres β et γ (méthode n°3 bis), on obtient alors le mode de commissionnement optimal suivant:

$$CV^* = -100\% * Prestations + 120\% * Résultat technique pur$$

L'assureur prend donc en charge la totalité des sinistres et reverse 1,2 fois le montant du résultat technique pur à l'apporteur d'affaires. En comparant les méthodes 3 et 3 bis en termes de montant du SCR, on obtient le résultat suivant :

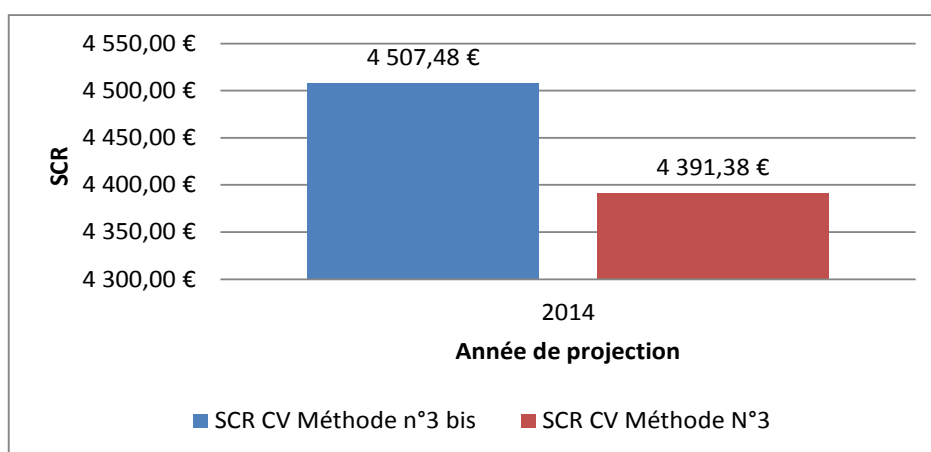


Figure 65: Comparaison SCR Méthodes n°3 et n°3 bis

On voit donc bien que la méthode N°3 est plus efficace en termes de réduction du SCR. On ne prendra donc en compte pour la suite que la méthode n°3.

III.1.4- Méthode N°4 : Simplification du mode de commissionnement variable par le résultat technique pur

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

Après avoir observé les effets du commissionnement variable optimal avec trois paramètres, l'assureur souhaite simplifier cette méthode en faisant dépendre le commissionnement variable d'un seul et unique paramètre introduit précédemment : le résultat technique pur.

On aura donc le mode de commissionnement variable suivant :

$$CV = \gamma * Résultat technique pur$$

Alors, en appliquant le programme d'optimisation (1), en retirant les conditions sur α et β , on obtient :

$$\gamma^* = 62\%$$

Il s'agit maintenant de mesurer l'efficacité de cette méthode simplifiée en termes de réduction du SCR :

On commence par regarder l'évolution du paiement des commissions variables par rapport aux commissions fixes :

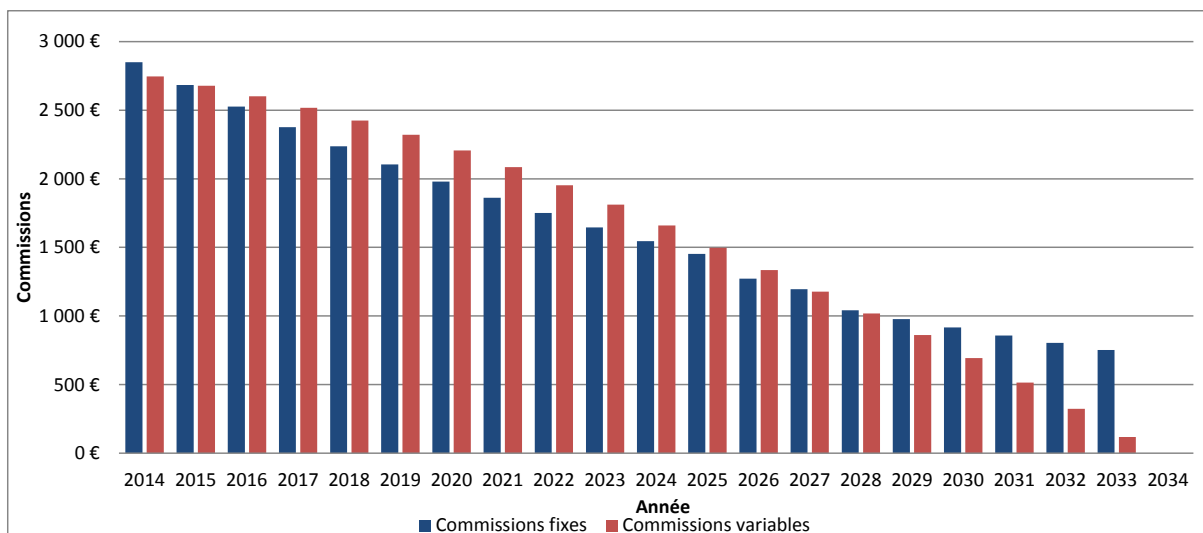


Figure 66 : Graphique Evolution du paiement des commissions variables par rapport aux commissions fixes

On remarque que les commissions variables sont plus faibles que les commissions fixes lors des deux premières années de projection des contrats, puis plus élevées par la suite avant de diminuer à nouveau en fin de projection pour être de nouveau inférieures aux commissions fixes.

2. Impacts sur le solde de trésorerie

On peut également analyser cette méthode en termes de gain de trésorerie dégagé au cours de la projection :

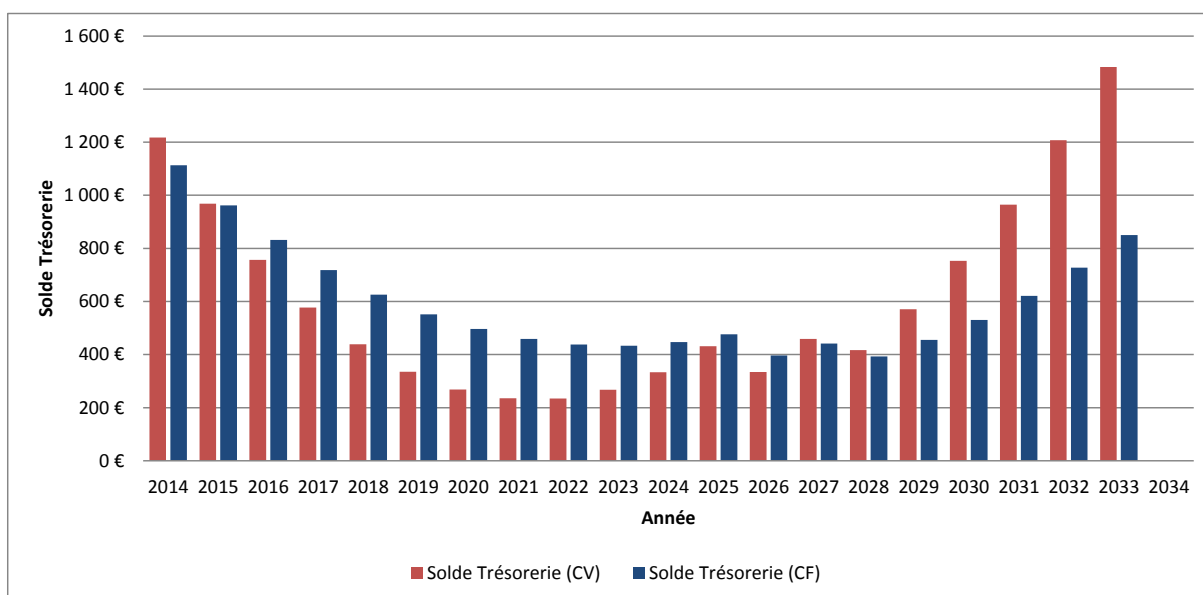


Figure 67 : Graphique Evolution du solde de trésorerie selon la méthode N°4

L'intérêt de cette méthode est qu'elle permet de dégager davantage de trésorerie en début d'emprunt de telle sorte que l'assureur puisse ainsi faire face à la hausse du risque et donc à l'augmentation du montant des sinistres payés.

Lors des dernières années de projection du contrat, on remarque également que le solde de trésorerie dans le cadre d'un mode de commissionnement variable est très largement supérieur au

solde de trésorerie calculé sur la base de commissions fixes. Cela s'explique par une diminution du risque en fin de projection.

3. Impacts sur le SCR

L'assureur souhaite donc maintenant observer dans quelle mesure ce mode de commissionnement simplifié permet de réduire le SCR :

\\ Le SCR Souscription Vie :

Le tableau suivant résume les résultats obtenus pour le SCR Souscription Vie avec ce mode de commissionnement :

Figure 68 : Tableau Résultats obtenus pour le SCR Vie par cette méthode de commissionnement

SCR Vie	Commissions fixes	CV Méthode4
Mortalité	4 335,85€	1 650,39 €
Chute	3 176,64€	3 177,81€
Frais	701,65€	701,65€
CAT	4,14 €	1,87 €
SCR Vie	5 757,60 €	4 016,02 €

On remarque que cette méthode permet de réduire le SCR Souscription Vie et particulièrement le SCR Mortalité qui est réduit de près de 62 %.

On peut néanmoins constater que cette méthode est moins efficace que les trois méthodes détaillées précédemment dans la réduction du SCR Vie.

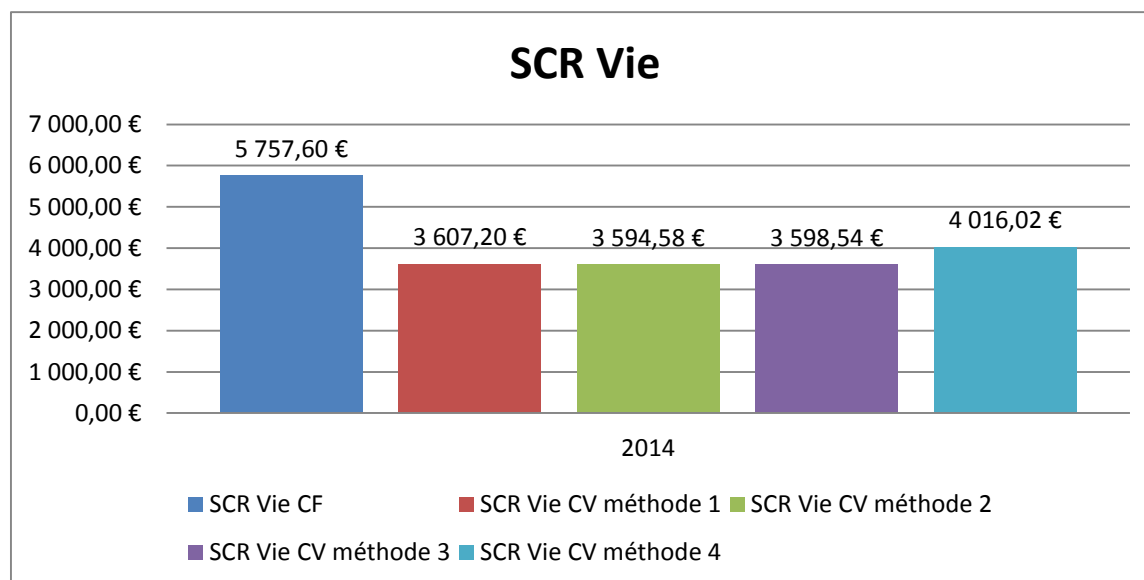


Figure 69 : Graphique : SCR Vie selon les différents modes de commissionnement

\\ Le SCR Marché : Le SCR Marché n'est que très peu impacté par cette méthode.

\\ Le SCR Opérationnel : Le montant de SCR Opérationnel n'est pas impacté par le mode de commissionnement en 2014.

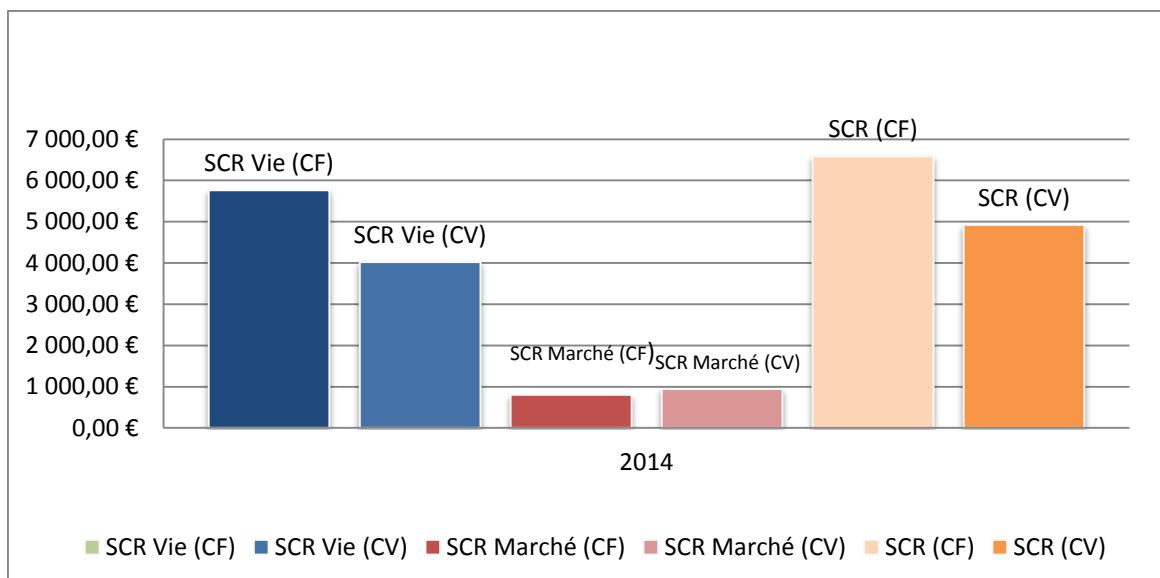


Figure 70 : Graphique SCR Global et mode de commission simplifié

Avec un montant de SCR global dans cette méthode de 4 918,21 €, l'assureur conclut que ce mode de commission simplifié permet de réduire le SCR, mais reste moins efficace que les autres modes de commissions :

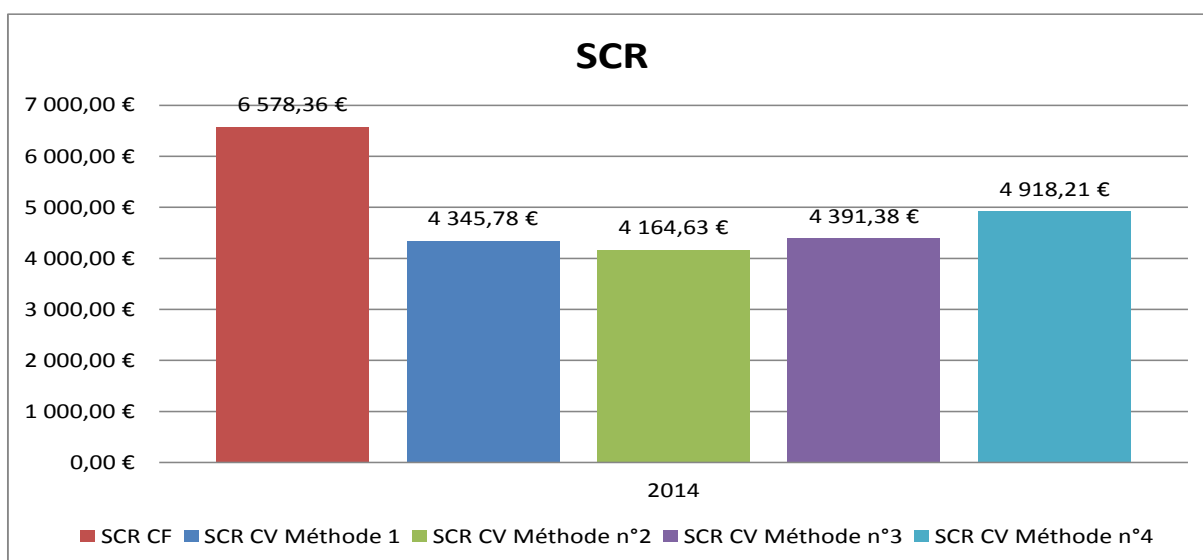


Figure 71 : Graphique SCR et les différents modes de commissionnement

En conclusion, on constate que la méthode N°2 est la plus efficace car c'est celle dont le montant de SCR est le plus faible. De plus, cette méthode est réalisable en terme pratique car elle respecte le principe de partage de risque entre assureurs et apporteurs.

III.2- Méthode d'optimisation dynamique du mode de commissionnement variable

Après avoir déterminé plusieurs modes de commissionnement optimal par une méthode statique d'optimisation qui permet de minimiser le SCR au temps 0, l'assureur souhaite désormais trouver un mode de commissionnement variable optimal, qui lui assurera de minimiser son SCR, pendant toute la durée de projection des contrats. Pour cela, il est donc nécessaire de mettre en place une méthode d'optimisation dynamique du commissionnement, dans l'objectif de minimiser le SCR.

III.2.1.Méthodologie de calcul des SCR futurs

L'optimisation dynamique du commissionnement variable consiste à déterminer une méthode de commissionnement permettant de minimiser le SCR à chaque année de projection du contrat. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir calculer les SCR futurs c'est-à-dire le montant du SCR global selon l'année d'application du choc. Par exemple, si l'assureur souhaite connaître son montant de SCR en 2016, cela signifie que les flux sont projetés avant 2016 selon le scénario central, et sont choqués à partir de l'année 2016.

Pour déterminer le SCR global, il sera étudié uniquement les SCR suivants:

- \\ Le SCR de Mortalité
- \\ Le SCR de Rachat
- \\ Le SCR Opérationnel

En effet, l'objet de notre étude est, pour l'assureur, de trouver un mode de rémunération variable optimal des apporteurs lui permettant de minimiser ses SCR futurs. Or, il n'est pas de la responsabilité des apporteurs de minimiser le SCR de marché : Ceux-ci n'ont pas d'influence sur la valeur de marché des flux du contrat. Il est donc du fait de l'assureur, de déterminer un moyen de minimiser le montant du SCR de marché, sans pour autant que cela n'affecte les commissions versées aux apporteurs des contrats. Par conséquent, le calcul du SCR de marché ne sera pas pris en compte dans cette partie.

Par ailleurs, le SCR CAT ne correspond qu'à une infime partie du montant de SCR global (moins de 0.1%). Il est donc par conséquent négligeable.

On peut donc commencer par le calcul du SCR de Mortalité :

\\ Méthode de calcul des SCR Mortalité futurs

Afin de déterminer le SCR de mortalité dynamique, un choc de 15% est appliqué sur les q_x de la table de mortalité réglementaire TH 00-02 à partir de l'année d'application du choc.

Pour calculer les SCR futurs de mortalité, il a été élaboré dans l'outil de projection une macro sous Excel/VBA qui permet de calculer les différents flux du contrat (primes, prestations,...) selon l'année d'application du choc. Ainsi, on pourra obtenir le montant des flux choqués à chaque année de projection du contrat.

Par exemple, le tableau suivant permet d'observer les primes choquées selon l'année d'application du choc de mortalité lors des 20 années de projection des contrats du portefeuille. Par souci de clarté, nous présentons ici le tableau des primes choquées des cinq premières années de projection :

Figure 72 : Tableau des primes choquées des cinq premières années de projection

<u>Année choc/Année projection</u>	0	1	2	3	4	5
2014	7 124,80 €	6 705,58 €	6 309,99 €	5 936,67 €	5 584,34 €	5 251,81 €
2015	7 125,65 €	6 707,35 €	6 311,65 €	5 938,22 €	5 585,80 €	5 253,18 €
2016	7 125,65 €	6 708,21 €	6 313,44 €	5 939,91 €	5 587,38 €	5 254,67 €
2017	7 125,65 €	6 708,21 €	6 314,31 €	5 941,72 €	5 589,09 €	5 256,27 €
2018	7 125,65 €	6 708,21 €	6 314,31 €	5 942,62 €	5 590,94 €	5 258,01 €
2019	7 125,65 €	6 708,21 €	6 314,31 €	5 942,62 €	5 591,84 €	5 259,89 €

Les flux surlignés en bleus correspondent aux flux choqués. Ce tableau nous permet bien de voir un « effet escalier » c'est à dire que le choc s'applique sur tous les flux uniquement à partir de l'année d'application du choc.

On obtient ainsi des tableaux similaires pour les différents flux des contrats.

Le graphe suivant permet de comparer les prestations non choquées (scénario central) avec les prestations choquées à $t = 0$ et $t = 10$:

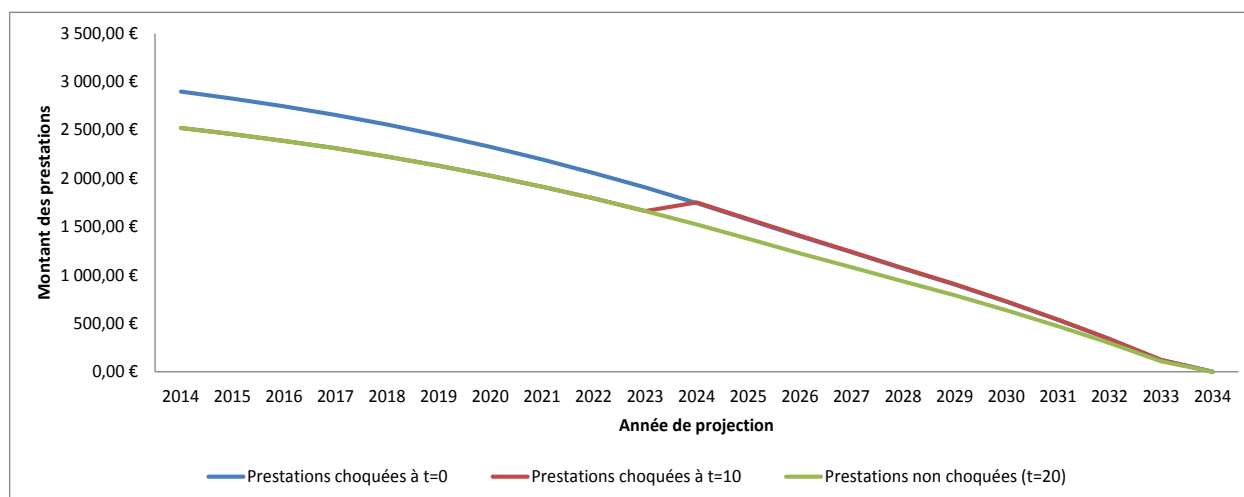


Figure 73 : Graphique Comparaison des prestations choquées avec les non choquées

On remarque que la courbe des prestations choquées à $t=10$ suit bien la courbe des prestations non choquées jusqu'à la 10^{ème} année de projection du contrat et s'éloigne à partir de la 10^{ème} année au moment de l'application du choc de mortalité.

Les flux entrants et sortants du portefeuille à la date t s'obtiennent de la façon suivante :

$$\text{Flux Entrants}_t = P_t$$

$$\text{Flux Sortants}_t = S_t + F_t + CV_t$$

Où : $CV_t = \alpha * P_t + \beta * S_t$ représente le montant des commissions variables versées aux apporteurs que l'on cherche à optimiser dans le but de minimiser le SCR (explicitée par la suite)

On observe le graphique suivant, correspondant à la différence entre les flux sortants et entrants, à différentes années d'application du choc :

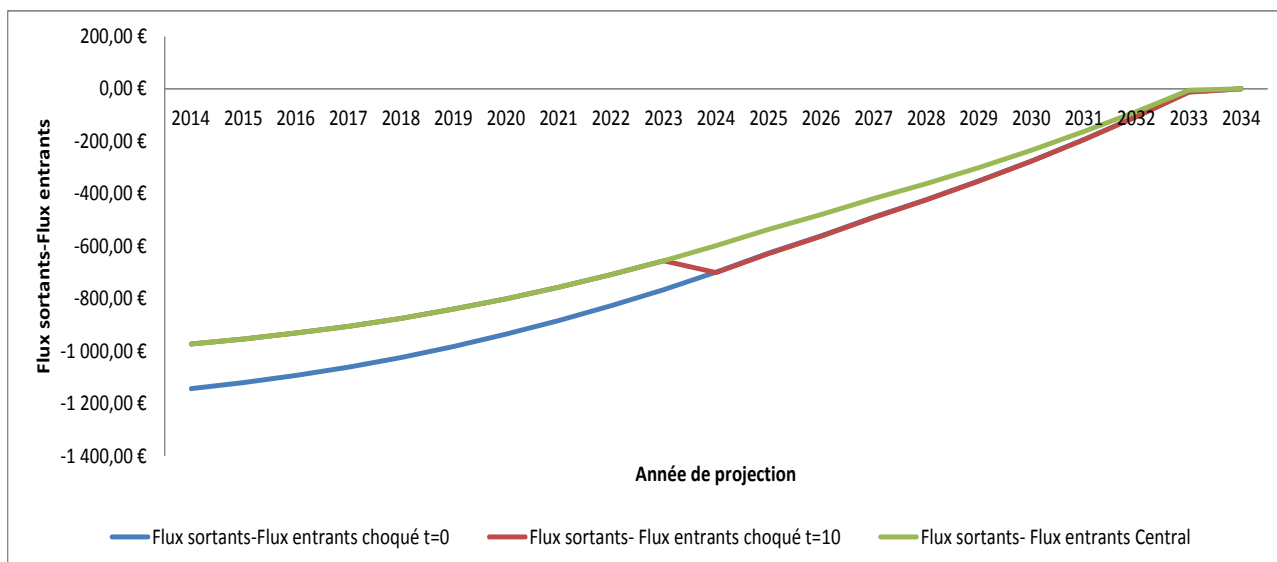


Figure 74 : Graphique Différence entre les flux sortants et entrants, à différentes années d'application du choc

On peut donc, à partir de cela, déterminer le Best Estimate choqué (BE) à l'année t de projection du contrat :

$$BE_{choc\ Mortalite}(t) = \sum_{k \geq t}^N \frac{Flux\ sortants_t^k - Flux\ entrants_t^k}{(1 + Taux\ sans\ risque^k)^{k-t}}$$

Où : $Flux\ sortants_t^k$ correspond aux flux sortants de la date k , choqués à partir de la date t .

$Flux\ entrants_t^k$ correspond aux flux entrants de la date k , choqués à partir de la date t .

$Taux\ sans\ risque^k$ correspond à la courbe des taux sans risque, fournis par la courbe des taux sans risque EIOPA, à l'année k de projection.

Les SCR futurs de mortalité s'obtiennent alors par la différence entre les BE futurs choqués et les BE calculés, selon le scénario central :

$$SCR_{Mortalite}(t) = BE_{choc\ Mortalite}(t) - BE_{Central}(t)$$

Avec : $BE_{Central}(t) = BE(0) = \sum_{t=0}^N \frac{Flux\ sortants_t - Flux\ entrants_t}{(1 + Taux\ sans\ Risque)^t}$

On peut maintenant regarder la méthode de calcul des SCR de rachats futurs.

\\ Méthode de calcul des SCR de Rachats futurs :

On rappelle que le taux de base de rachat anticipé des contrats est de 6 %.

Les études précédentes ont montré que sur les trois types de chocs de rachat (hausse des rachats, baisse des rachats, rachats de masse), seul le choc de rachat de masse était retenu.

Par conséquent, cette étude se focalisera sur le calcul du SCR de rachat de masse qui correspond à un choc instantané de 40 % sur le nombre de contrats à la première année du contrat, avant de retrouver un taux initial de 6 % sur les autres années de projection du contrat.

Pour obtenir les SCR futurs de rachat de masse, il convient d'appliquer un choc de 40% sur le nombre de contrats la première année d'application du choc avant de revenir à un taux de base de 6%. Pour simplifier les calculs, on peut dire que cela revient à appliquer un choc de 40% du BE Central.

Par conséquent : $BE_{choc\ Rachat\ Masse}(t) = BE_{Central}(t) * (1 - 40\%)$

Le choc de rachat masse étant le seul choc retenu pour le choc de rachat, on a alors :

$$BE_{choc\ Rachat}(t) = BE_{choc\ Rachat\ Masse}(t)$$

On obtient donc les SCR futurs de rachat à chaque année de projection du portefeuille :

$$SCR_{Rachat}(t) = BE_{choc\ Rachat}(t) - BE_{Central}(t)$$

Les SCR de Mortalité et de Rachat forment ainsi par application de la matrice de corrélation du Risque de Souscription Vie, le SCR de Souscription Vie :

$$SCR_{Souscription\ Vie}(t) = \sqrt{SCR_{Mortalité}(t)^2 + SCR_{Rachat}(t)^2 + 2 * Cor(Mortalité, Rachat) * SCR_{Mortalité} * SCR_{Rachat}(t)}$$

Où : $Cor(Mortalité, Rachat) = 0$

\\ Méthode de calcul des SCR opérationnels futurs

Le SCR Opérationnel s'obtient aisément en récupérant le montant des primes futures par année de choc et par application de la formule du SCR opérationnel, explicitée précédemment.

\\ Calcul des SCR futurs

On peut donc maintenant calculer le SCR global, à chaque année t de projection du contrat :

$$SCR_{Global}(t) = BSCR(t) + SCR_{Op} - Adjustment$$

Où : $BSCR(t) = SCR_{Souscription\ Vie}(t)$

$$Adjustement = 0$$

III.2.2-Détermination du mode de commissionnement variable optimal permettant de minimiser le montant des SCR futurs.

L'objectif de l'assureur est de trouver un mode de commissionnement variable de ses apporteurs lui permettant de minimiser ses SCR futurs sur la totalité de la durée de projection du portefeuille.

Comme pour la méthode statique, il s'agira alors de faire varier les contraintes et le nombre de paramètres afin de déterminer un mode de commissionnement optimal qui fera consensus entre l'assureur et les apporteurs des contrats emprunteurs.

III.2.2.1- Méthode N°1 : Programme d'optimisation à deux variables

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

On suppose que le commissionnement variable à l'année t suit l'expression suivante :

$$CV_t = \alpha * P_t + \beta * S_t$$

Afin d'obtenir le mode de commissionnement dynamique optimal permettant de minimiser la valeur des SCR futurs de l'assureur, on résout le programme d'optimisation linéaire suivant :

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} VA (SCR \text{ futurs})$$

$$\text{s.c.} : \begin{cases} E [VAP(CV^*)] = E [VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{cases} \quad (1)$$

Avec : $VA (SCR \text{ futurs}) = \sum_{t=1}^N \frac{SCR_t}{(1 + \text{Taux sans Risque}_t)^t}$

On obtient alors les coefficients optimaux α^* et β^* suivants :

$$\begin{cases} \alpha^* = 129 \% \\ \beta^* = -243 \% \end{cases}$$

Le montant des commissions variables optimales au temps t vaut donc :

$$CV^* = 129\% * P_t - 243\% * S_t$$

On commence par observer ce que cette méthode induit en termes de versement des commissions variables pendant la durée de projection des contrats du portefeuille emprunteurs :

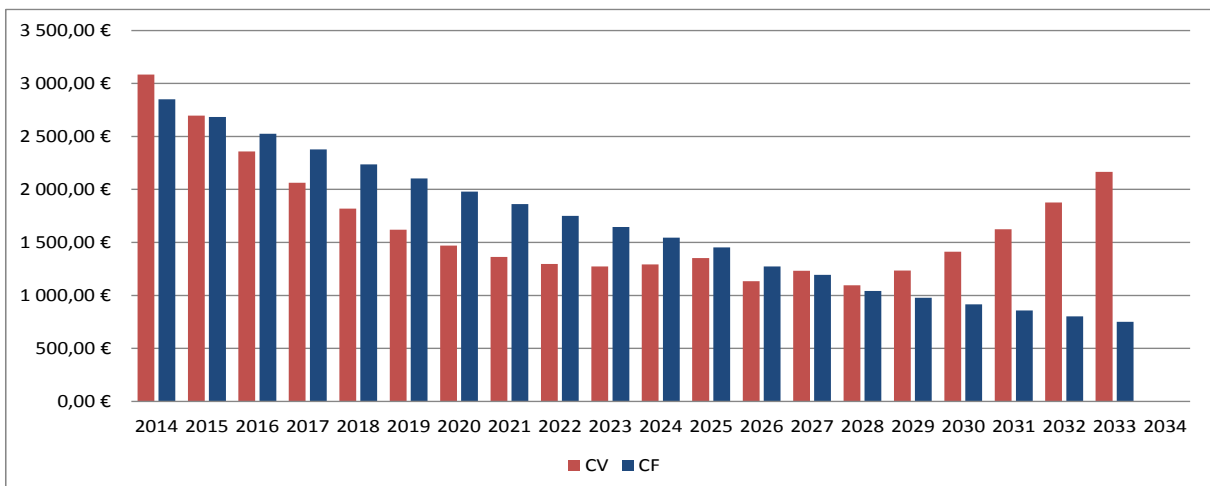


Figure 75 : Graphique Comparaison Commissions fixes et variables Méthode N°1

Lors des deux premières années de projection, le risque de défaut de paiement des assurés est faible et par conséquent le montant des commissions variables est plus élevé que le montant des commissions fixes. En effet, lorsque le risque est faible les primes sont élevées et les prestations sont basses ce qui explique que les commissions variables soient plus importantes en début de projection.

Par la suite, on note une forte diminution des commissions variables (qui deviennent inférieures aux commissions fixes) du fait de la hausse du risque de mortalité au cours de la projection. On observe ce phénomène entre la 3^{ème} et la 12^{ème} année de projection. Ceci s'explique par le fait que l'assureur, par ce mode de commissionnement variable optimal, se prémunit contre une augmentation du risque et diminue les versements aux apporteurs dès lors que la sinistralité augmente.

En fin de projection, on remarque une remontée du versement des commissions variables qui deviennent de nouveau supérieures au montant des commissions fixes. Ceci s'explique par une diminution du risque en fin de prêt.

On peut donc dire que les commissions variables permettent à l'assureur d'amortir l'augmentation du risque et varient dans le sens inverse du niveau de risque :

- Lorsque le risque est faible, la rémunération variable optimale des apporteurs est élevée.
- Lorsque le risque est élevé, le montant des commissions variables optimales est faible.

5. Impacts sur le solde de trésorerie

Il est également intéressant de comparer l'évolution du solde de trésorerie (résultat) entre les commissions fixes et les commissions variables optimales :

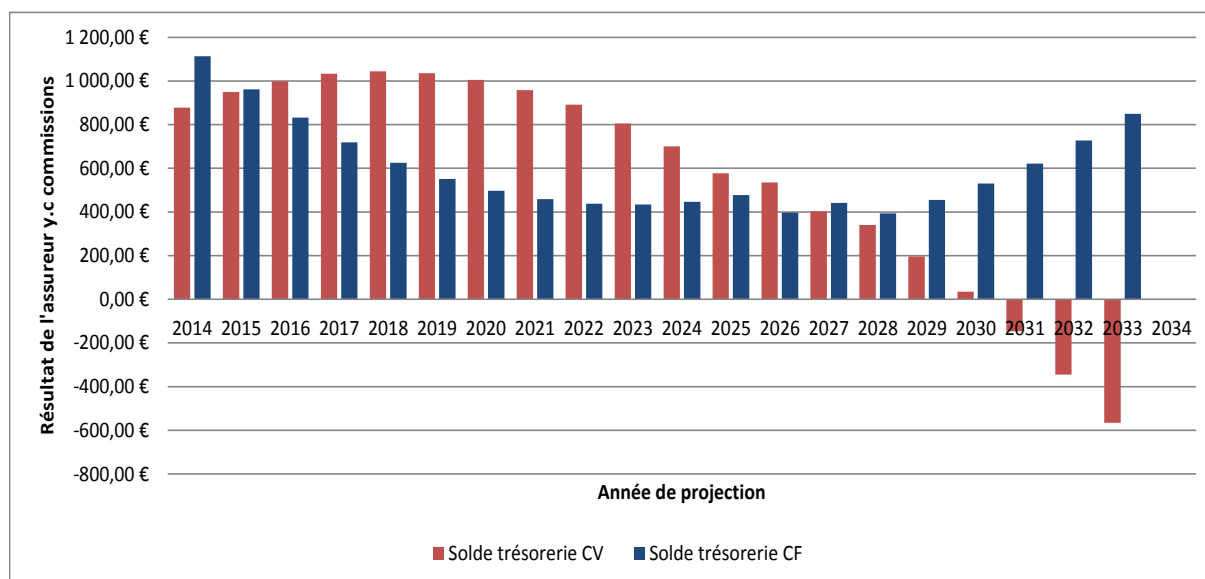


Figure 76 : Graphique Evolution du Résultat entre les commissions fixes et les commissions variables optimales

On remarque, comme attendu, que le solde de trésorerie, dans le cas du mode de commissionnement variable, est plus faible lors des deux premières années de projection du contrat. En effet, le commissionnement variable étant plus important en début de projection compte tenu du faible niveau de risque, il en découle clairement que le solde de trésorerie sera plus faible que dans le cas du commissionnement fixe, toutes choses étant égales par ailleurs.

De même, entre la 3^{ème} et la 12^{ème} année, le solde de trésorerie calculé pour le commissionnement variable optimal diminue mais se trouve néanmoins plus élevé que le solde de trésorerie obtenu par commissions fixes.

Lors des dernières années de projection du contrat, on peut noter un élément important : le solde de trésorerie, dans le cas des commissions variables optimales, devient inférieur au solde de trésorerie CF pour atteindre des valeurs négatives. Cette situation n'est pas souhaitable pour l'assureur qui se retrouve en déficit en fin de projection des contrats.

6. Impacts sur le SCR

L'objectif principal de l'assureur est de minimiser le montant du SCR. Le SCR se décompose selon les modules de risque suivants :

\\ Le SCR Mortalité

La valeur actuelle de la somme des différences entre les flux sortants et les flux entrants nous permet d'obtenir la valeur du *Best Estimate*. Après application de la méthode détaillée en III.2.1, on obtient la valeur des $BE_{Choc Mortalité}$ futurs à chaque année de projection du portefeuille emprunteurs.

Le graphique suivant nous permet de comparer le BE central avec les BE choqués en mortalité aux temps $t=0$ et $t=15$:

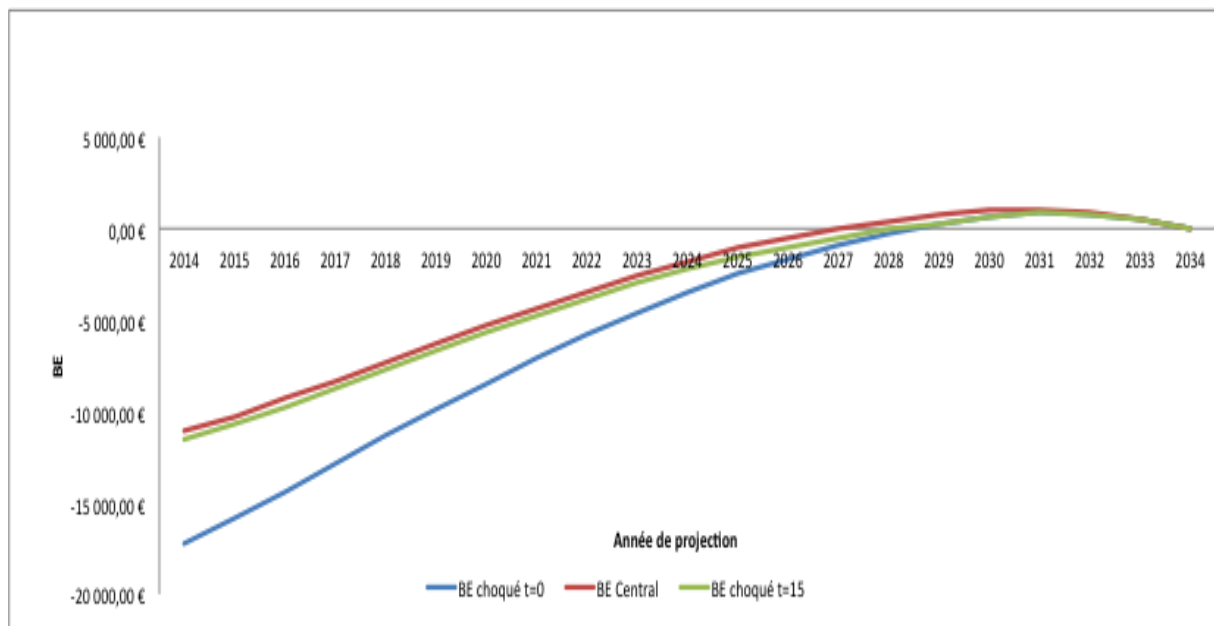


Figure 77 : Graphique Comparaison BE central avec les BE choqués en mortalité

On remarque que le BE du choc de mortalité à $t=0$ se rapproche du BE Central au fur et à mesure de la projection. On peut également noter que les BE restent négatifs pendant la quasi-totalité de la durée de vie des contrats et passent légèrement au-dessus de 0 lors des cinq dernières années de projection.

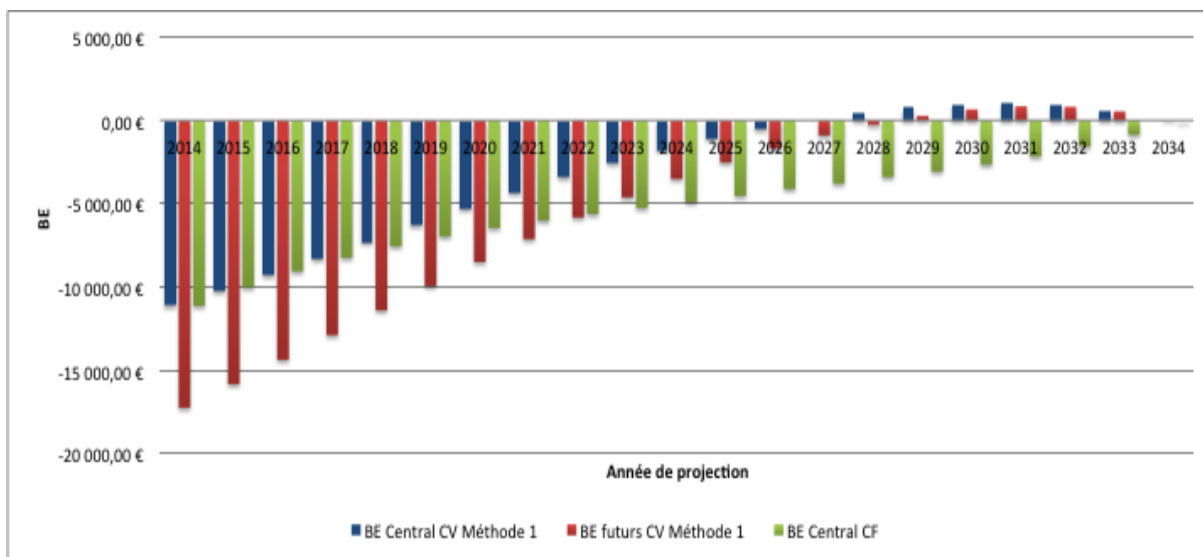


Figure 78: Comparaison BE Central et BE futurs

On remarque, d'après cette méthode d'optimisation, que le montant des BE futurs du choc de mortalité à chaque année de projection du portefeuille est très largement inférieur aux BE Central calculés avec des commissions fixes et des commissions variables. Ce résultat signifie que l'engagement de l'assureur est fortement diminué par cette méthode de commissionnement variable dynamique optimal. On peut donc s'attendre logiquement à une forte diminution du SCR de Mortalité.

On obtient alors par différence entre les BE choqués et le BE Central à chaque date t de projection le montant des SCR de Mortalité futurs.

L'objectif de notre étude est de mesurer l'impact de cette méthode de commissionnement variable dynamique, en termes de réduction du SCR.

Dans le cas du SCR de Mortalité, on constate que cette méthode d'optimisation permet d'annuler totalement le risque de mortalité :

Figure 79 : Tableau SCR Mortalité CF et SCR Mortalité CV Méthode 2

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SCR Mortalité CF	4 328,64 €	3 951,56 €	3 585,37 €	3 232,81 €	2 895,46 €	2 574,70 €
SCR Mortalité CV Méthode 2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Le graphique suivant permet de mieux observer ce phénomène sur l'ensemble de la projection du portefeuille :

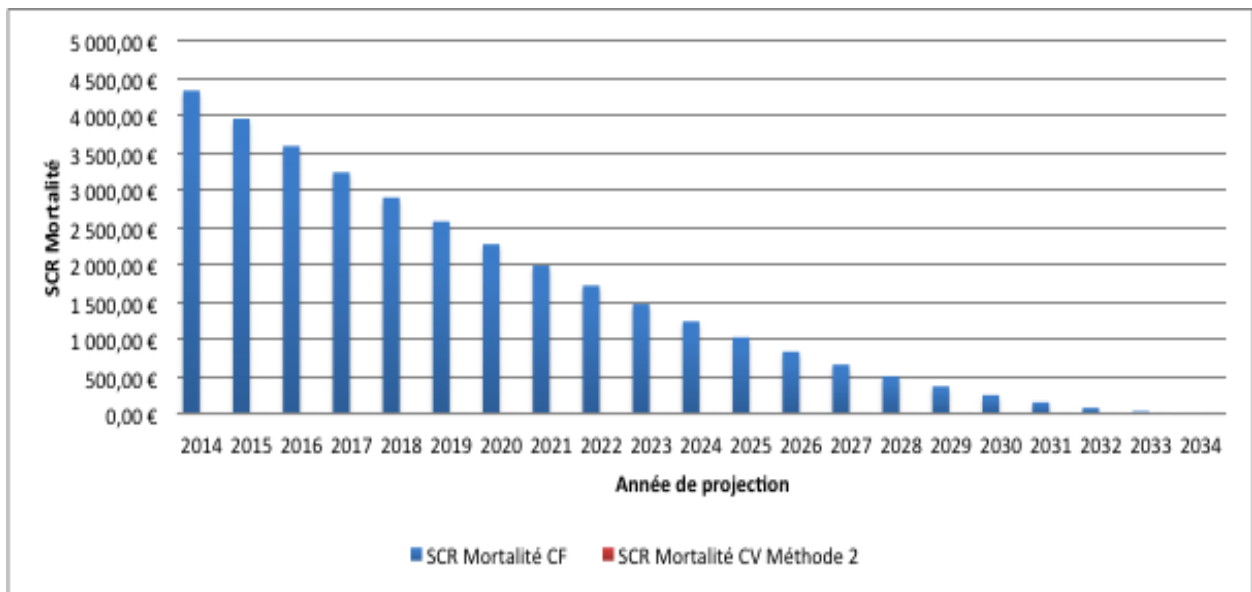


Figure 80 : Graphique comparatif des SCR Mortalité sur la base de commissions fixes et variables

On peut déduire deux éléments de ce graphique :

- La méthode de commissionnement variable dynamique permet d’annuler le SCR de Mortalité tout au long de la projection des contrats du portefeuille.
- Le SCR de Mortalité, calculé avec une méthode de commissionnement fixe, diminue progressivement jusqu’à atteindre une valeur nulle en fin de projection.

\\ Le SCR Rachat

Afin de déterminer le montant des SCR de rachats futurs, on applique la méthodologie évoquée précédemment pour le SCR de Rachat et on calcule ainsi pour avoir le SCR de rachat en t, la différence entre le BE choqué à la date t et le BE Central.

On peut comparer dans un premier temps l’évolution du BE choqué avec commissions variables et le BE choqué avec commissions fixes. On peut rappeler ici que le BE de Rachat global correspond au BE du choc de Rachat de Masse :

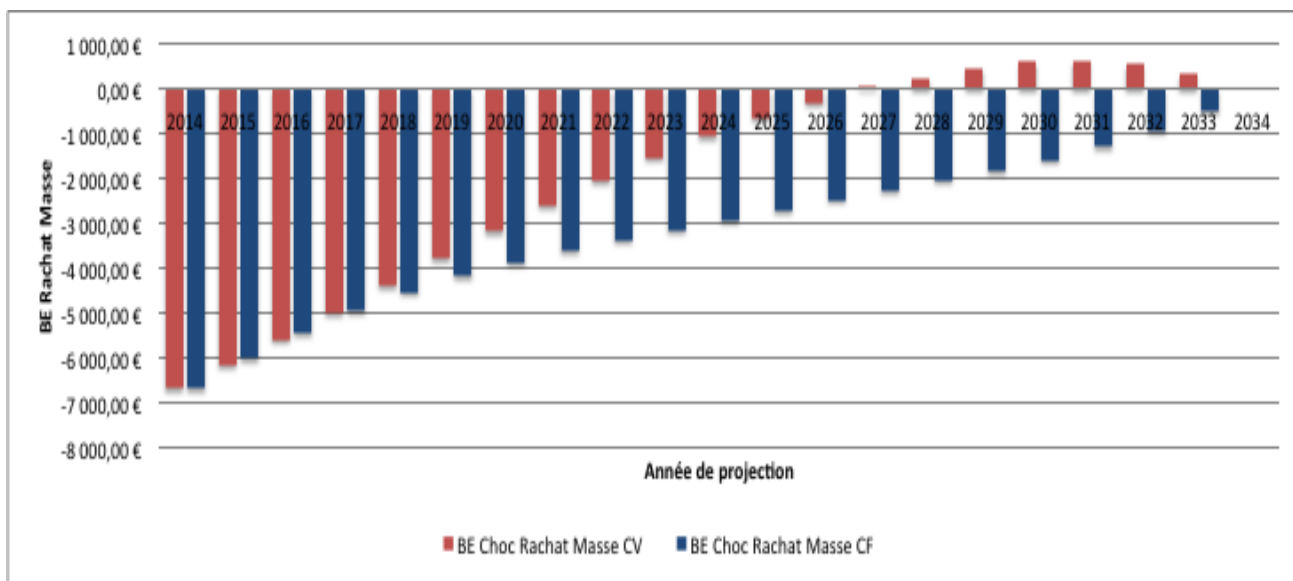


Figure 81 : Graphique Evolution du BE choqué avec commissions variables et le BE choqué avec commissions fixes

On peut relever deux points essentiels sur ce graphique :

- Le BE de Rachat augmente, au fur et à mesure de la projection, du fait de la hausse du risque de rachat au cours de la projection, ce qui augmente l'engagement de l'assureur
- Le BE calculé avec la méthode de commissionnement variable optimal est plus élevé que celui calculé avec un mode de commissionnement fixe à chaque année de projection du portefeuille. On en déduit que cette méthode augmente le montant d'engagements de l'assureur. On peut donc supposer qu'elle ne permet pas de réduire le SCR de rachat.

On pourra vérifier cette dernière affirmation en calculant le montant des SCR futurs de rachat en faisant la différence, à chaque date t de projection, entre les BE choqués et les BE centraux. Cela nous permettra alors de mesurer l'impact du mode de commissionnement variable optimal sur le montant du SCR de rachat.

On obtient donc le graphique suivant qui permet de comparer les valeurs des SCR futurs à chaque année de projection entre mode de commissionnement variable optimal et mode de commissionnement fixe :

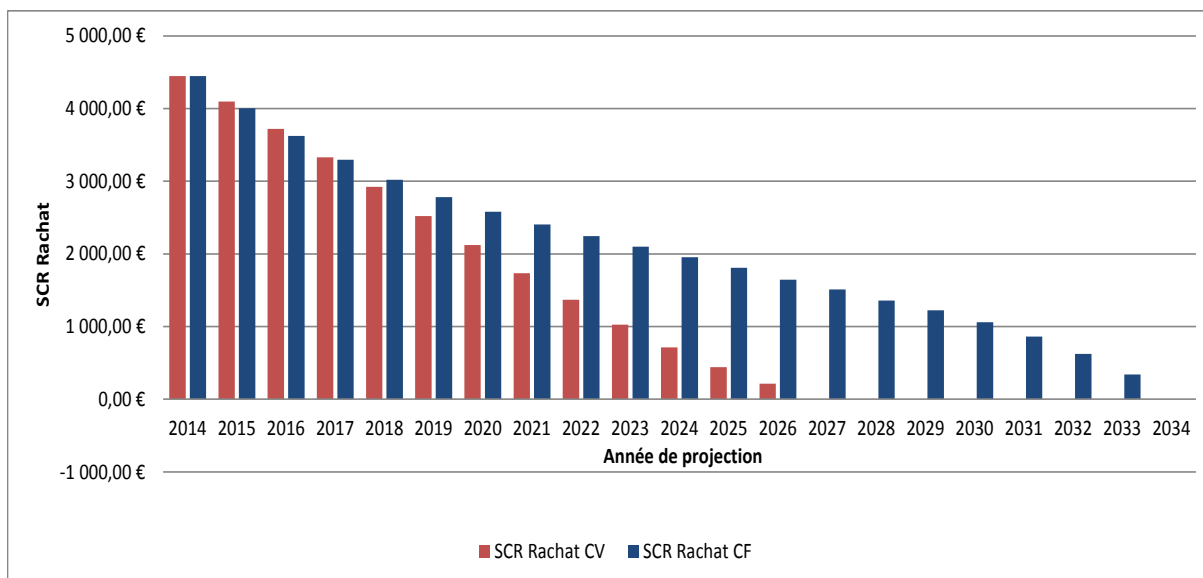


Figure 82 : Graphique comparaison SCR rachat CV et SCR Rachats CF

Ce graphique permet à l'assureur d'analyser plusieurs éléments intéressants :

- Le niveau de capital requis, pour le choc de rachat, décroît tout au long de la durée de projection du portefeuille. Cela provient du fait que plus l'on s'éloigne de la date de souscription du prêt, moins le risque de rachat anticipé des contrats est élevé. Ce graphique montre bien que le montant du SCR de Rachats est étroitement lié à « l'âge » des contrats : plus un contrat est ancien, plus la probabilité de rachat anticipé est faible.
- Le SCR de rachat n'est pas impacté par le mode de commissionnement variable optimal dynamique au temps 0 et reste égal au SCR de rachat calculé avec des commissions fixes. Le montant du SCR rachat CV devient même supérieur lors des trois années de projection suivantes. Toutefois, on constate que le mode de commissionnement variable issu de l'optimisation dynamique entraîne, à partir de la quatrième année jusqu'à la fin de la projection, une forte réduction du montant du SCR de rachat qui devient nulle après 13 ans de projection.

On peut donc en conclure que même si le mode de commissions variables optimales ne permet pas de réduire de façon immédiate le SCR de rachat, il n'en demeure pas moins qu'il permet une réduction importante voire totale du SCR de rachat après quelques années de projection du contrat. Cette méthode est donc efficace à moyen-long terme pour réduire fortement, voire même supprimer le risque de rachat.

- \\ Le SCR Opérationnel : On obtient le montant du SCR opérationnel à chaque année de projection en récupérant le montant des primes à chaque année d'application du choc. On applique alors la formule classique du SCR opérationnel à chaque date de projection. Le tableau suivant nous permet de remarquer que la méthode de commissionnement variable optimal dynamique n'a pas d'impact sur le SCR opérationnel lors des cinq premières années de projection du contrat.

Figure 83 : Tableau Commissionnement variable optimal et SCR opérationnel

SCR Opérationnel	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SCR Opérationnel CV	570,05 €	536,66 €	505,15 €	475,41 €	447,35 €	420,86 €
SCR Opérationnel CF	570,05 €	536,66 €	505,15 €	475,41 €	447,35 €	420,86 €

Le graphique suivant permet de comparer l'évolution du montant du SCR opérationnel obtenu avec commissions variables, issues de l'optimisation dynamique avec le montant du SCR opérationnel calculé avec des commissions fixes, pendant toute la durée de projection des contrats :

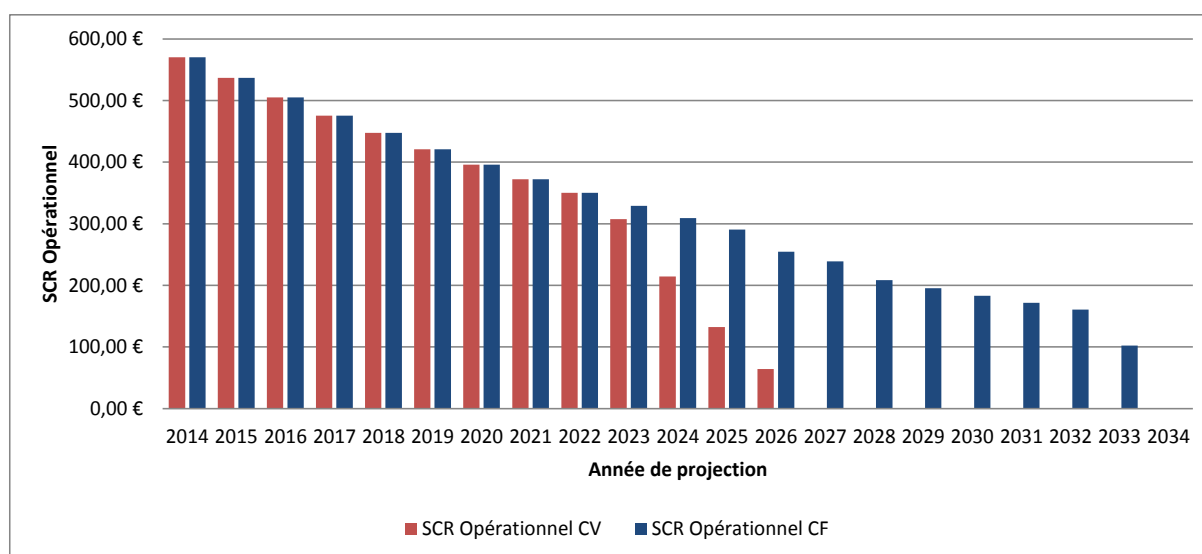


Figure 84 : Graphique Evolution SCR Opérationnel CF et SCR opérationnel CV

On peut noter que le SCR opérationnel obtenu par méthode de commissionnement variable reste égal au SCR opérationnel obtenu par commissionnement fixe, pendant les huit premières années de projection du contrat. La méthode d'optimisation n'a donc pas d'impact sur le montant du SCR opérationnel pendant les premières années de projection.

A partir de la 9^{ème} année de projection, on remarque que le SCR opérationnel calculé par commissionnement variable optimal se réduit considérablement avant de s'annuler à partir de la 12^{ème} année de projection.

Cette méthode d'optimisation a donc, comme pour le SCR Rachat, des impacts à moyen-long terme sur la diminution et l'annulation du SCR opérationnel. Néanmoins, l'impact du passage au commissionnement variable optimal sur le SCR opérationnel reste marginal par rapport à aux impacts sur les montants de SCR de mortalité et de rachat. Cela aura donc un impact négligeable sur le SCR global par rapport aux impacts sur les SCR de rachat et mortalité.

Le graphique suivant permet de comparer les impacts sur chacun des SCR du changement de mode de commissionnement :

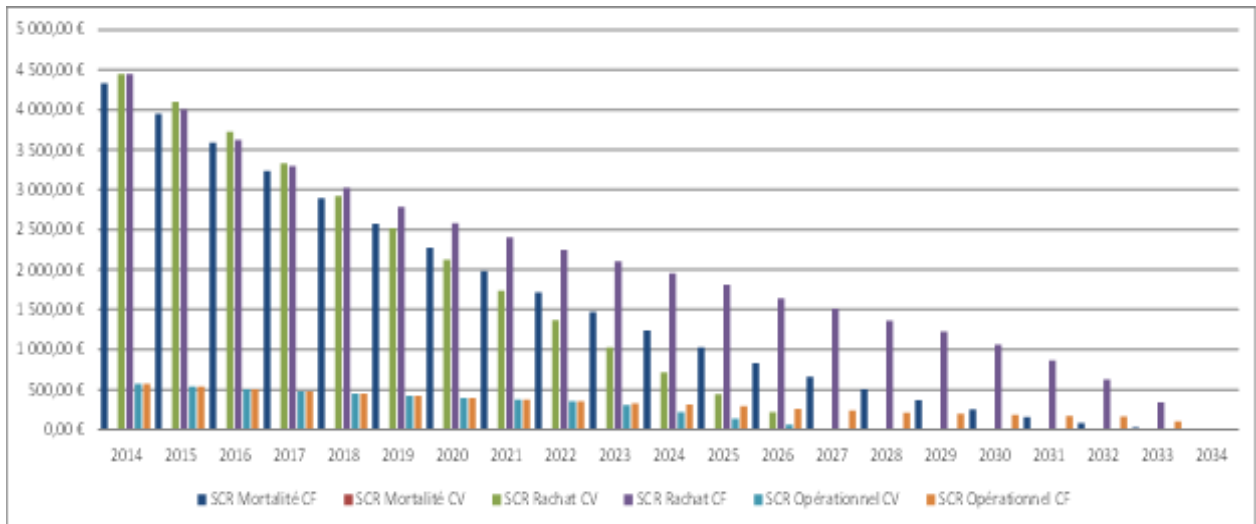


Figure 85 : Graphique Impacts sur chacun des SCR du changement de mode de commissionnement

A partir du montant de ces différents SCR, on peut alors déterminer les montants de SCR global futurs, avec méthode de commissionnement variable dynamique et comparer ces montants avec ceux des SCR futurs avec méthode de commissionnement fixe :

Figure 86 : Tableau Montants SCR global Futurs avec méthode commissionnement fixe et avec commissionnement variable dynamique

SCR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SCR Total CV	5 017,27 €	4 633,90 €	4 225,90 €	3 802,87 €	3 371,80 €	2 941,21 €
SCR Total CF	6 776,09 €	6 161,79 €	5 601,24 €	5 091,44 €	4 629,71 €	4 211,81 €

Le tableau précédent permet de comparer, lors des cinq premières années de projection du contrat, le montant des SCR futurs selon la méthode de commissionnement variable optimal et ceux obtenus par une méthode de commissionnement fixe.

Graphiquement, on obtient donc sur l'ensemble de la projection du portefeuille :

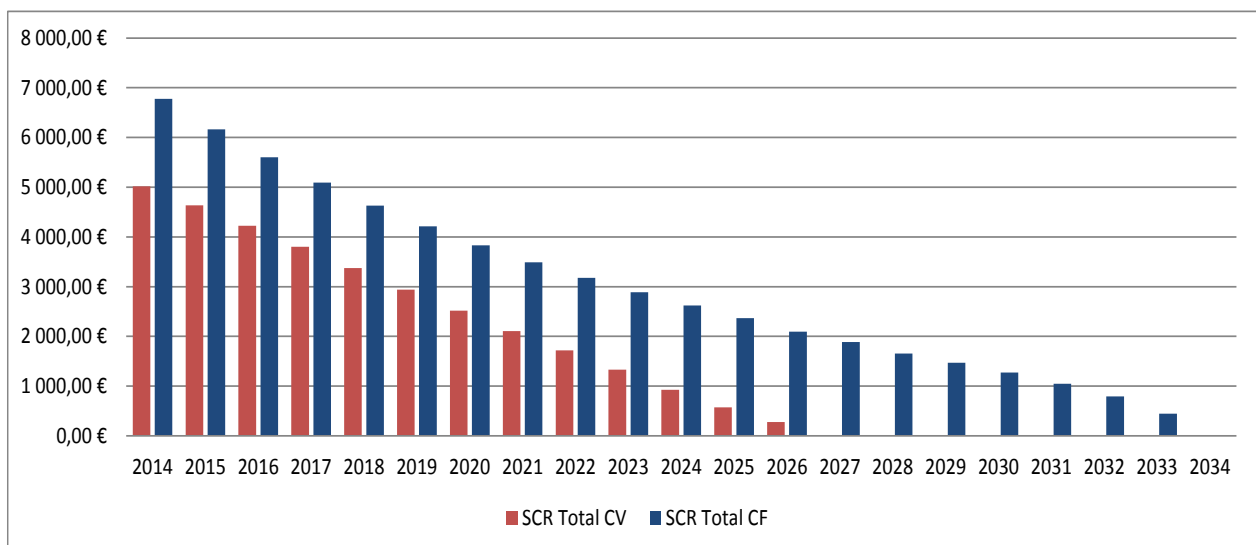


Figure 87 : Graphique correspondant sur l'ensemble de la projection

On remarque que le SCR est fortement réduit par le passage au commissionnement optimal et s'annule totalement à partir de la 13^{ème} année de projection.

On peut d'ailleurs comparer la valeur actuelle des SCR futurs obtenue par cette méthode d'optimisation du commissionnement variable, avec la valeur actuelle des SCR futurs obtenue avec un mode de commissionnement fixe :

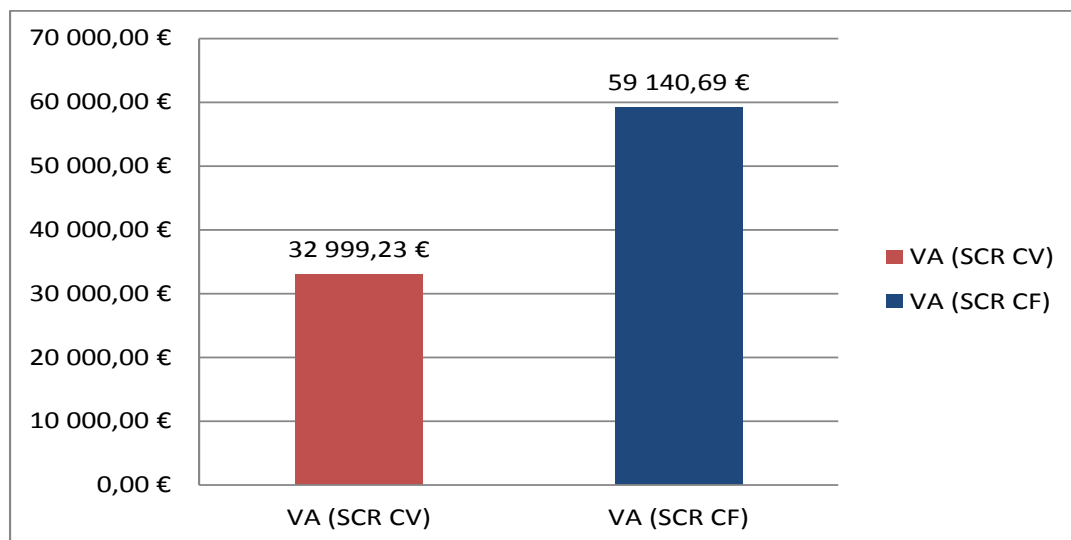


Figure 88 : Graphique Comparaison Valeurs actuelles des SCR futurs entre le mode de commissionnement fixe et le mode de commissionnement variable

En conclusion, cette méthode d'optimisation dynamique permet à l'assureur de réduire considérablement le montant des SCR, à chaque année de projection, voire même de les annuler à long terme. Cette méthode paraît donc être très avantageuse pour l'assureur dans la mesure où ce mode de commissionnement lui permet de transférer son risque aux apporteurs.

Cependant, comme nous avons pu l'expliquer pour la méthode n°1 de l'optimisation statique, cette méthode n'est viable ni pour l'assureur, ni pour l'apporteur dans la mesure où elle crée un effet de levier du fait de la multiplication des primes et des sinistres par des coefficients respectivement supérieurs à 1 et inférieurs à -1. De plus, cette solution n'est pas acceptable pour l'apporteur car elle induit un transfert total du risque de l'assureur vers l'apporteur

III.2.2.2- Méthode N°2 : Programme d'optimisation à deux variables avec ajout de deux nouvelles contraintes

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

Afin de pallier cet effet de levier, il est nécessaire d'ajouter des contraintes au mode de commissionnement variable en limitant le coefficient multiplicateur des primes à 1 et en imposant au coefficient multiplicateur des sinistres d'être au minimum égal à -1. Cela se traduit dans le programme d'optimisation dynamique de l'assureur par les contraintes suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha \leq 1 \\ \beta \geq -1 \end{array} \right.$$

On réapplique alors ces contraintes au programme d'optimisation défini par (1) dans la méthode précédente.

Le Solveur Excel donne les mêmes coefficients optimaux que ceux obtenus pour la méthode d'optimisation statique N°2 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha^* = 77\% \\ \beta^* = -100\% \end{array} \right.$$

On peut commencer par observer dans un premier temps comment s'échelonne le versement des commissions variables optimales selon cette deuxième méthode par rapport à la première méthode observée précédemment :

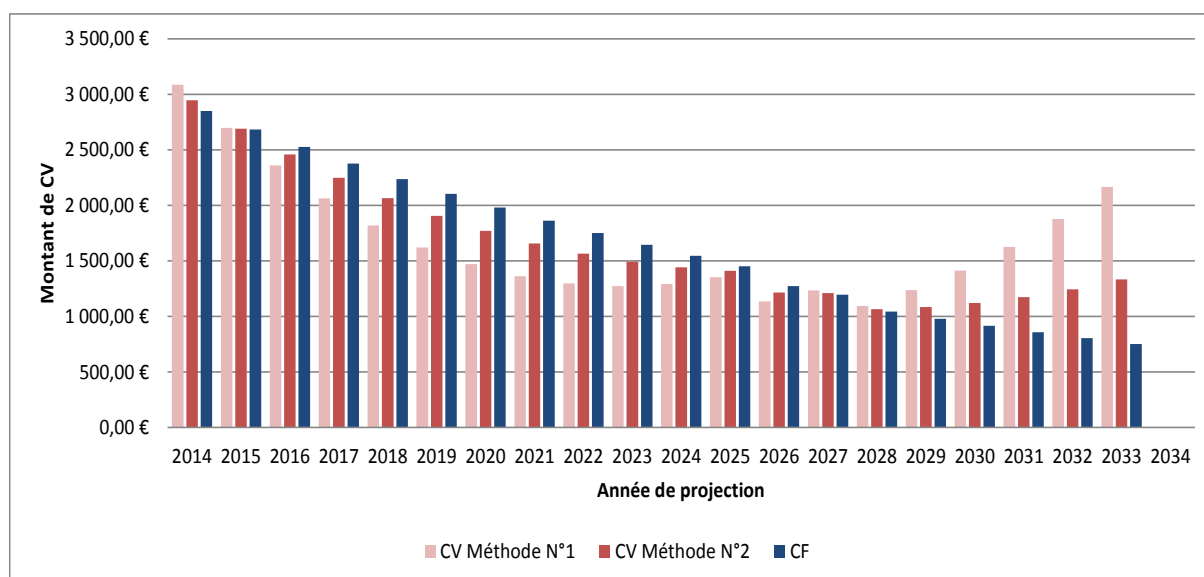


Figure 89 : Graphique des versements des commissions variables optimales pour les Méthodes n°1 et n°2 et commissions fixes

On remarque que ce mode de commissionnement variable optimal suit la même évolution vis-à-vis du commissionnement fixe. On peut toutefois noter que cette méthode est plus équitable que la précédente dans la mesure où lorsque le niveau de risque de sinistralité augmente pour l'assureur après quelques années de projection, les commissions variables optimales de cette méthode sont supérieures à celles obtenues dans la méthode précédente. En effet, dans ce cas, le risque est davantage partagé entre l'assureur et l'apporteur du contrat qui touche donc par cette méthode des commissions plus importantes lorsque le risque augmente.

En revanche, lorsque le risque est faible, en début et fin de projection, l'assureur verse davantage de commissions variables lors de la méthode d'optimisation n°1 que lors de la méthode n°2.

On vérifie bien que la contrainte d'égalisation des valeurs actuelles probables des commissions variables et fixes est respectée :

Contrainte	VA (CV)	VA (CF)
2014	31 184,45 €	31 184,45 €

2. Impacts sur le solde de trésorerie (ou Résultat de l'assureur y compris commissions)

Afin de quantifier l'impact sur le solde de trésorerie de l'assureur de cette deuxième méthode par rapport à la première, on observe le graphique suivant :

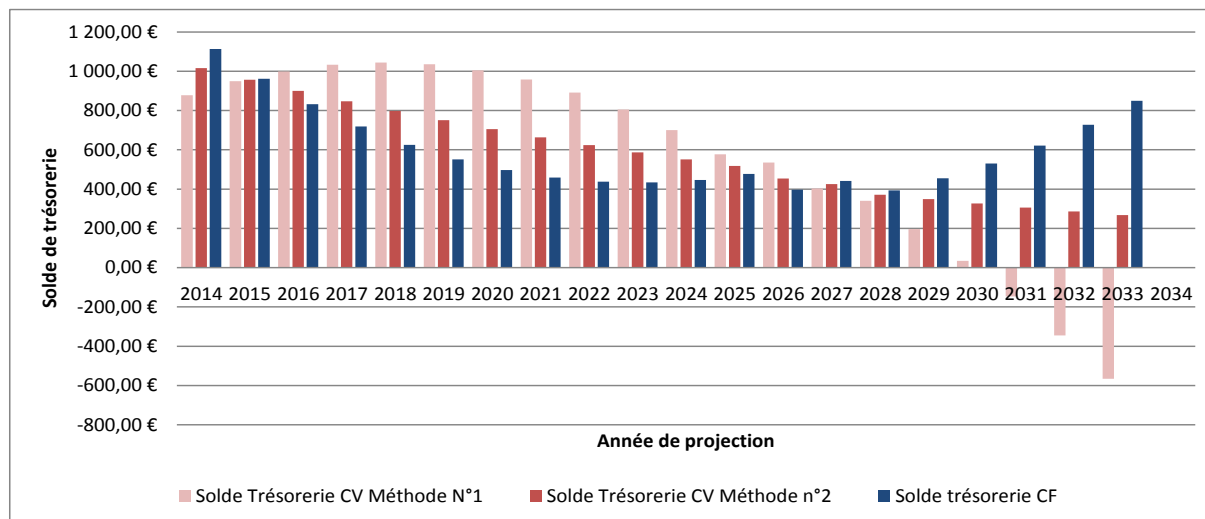


Figure 90 : Graphique Impact de la méthode 2 sur le solde de trésorerie

Ce graphe nous permet de souligner plusieurs points importants :

- \\ Cette méthode est davantage adaptée au risque que la méthode de calcul basée sur un commissionnement fixe. En effet, on remarque que, pendant les périodes de hausse de sinistralité, cette méthode permet de dégager davantage de trésorerie que dans le cas de la méthode basée sur les commissions fixes, permettant ainsi à l'assureur de faire face à ses engagements lorsque le risque est élevé.
- \\ Ce graphe confirme bien que cette méthode est davantage conforme à l'idée de partage de risque entre l'assureur et l'apporteur. Cette idée se justifie par le fait que lorsque le risque est élevé entre la 3^{ème} et la 12^{ème} année de projection, l'assureur dégage moins de trésorerie dans la méthode n°2 que dans la méthode n°1. Ainsi, malgré une hausse du risque, l'assureur accepte de supporter une partie du risque ce qui implique par conséquent une baisse de son solde de trésorerie
- \\ Enfin, ce graphe montre que cette méthode d'optimisation du commissionnement variable est plus prudente pour l'assureur que la précédente. En effet, en fin de projection, le solde de trésorerie obtenu par cette méthode reste positif à l'inverse de la méthode n°1. Cette méthode permet donc à l'assureur de dégager un solde de trésorerie positif pendant toute la durée de projection du portefeuille.

3. Impacts sur le SCR

On peut maintenant s'intéresser à l'objectif de la méthode d'optimisation : l'impact de cette méthode de commissionnement variable optimal sur la réduction du SCR.

\\ Le SCR Mortalité

Afin d'alléger les résultats, on énoncera directement pour cette méthode les résultats du SCR Mortalité dans le cas de la méthode n°2 et les impacts de cette méthode d'optimisation dynamique en termes de réduction du SCR Mortalité.

Le tableau suivant permet de comparer, lors des cinq premières années de projection, l'impact du passage du mode de commissionnement fixe au mode de commissionnement variable optimal obtenu par cette méthode en termes de réduction du SCR Mortalité. Il permet également de comparer les méthodes n°1 et 2 de commissionnement variable optimal dans le cadre dynamique :

Figure 91 : Tableau Impact du passage du mode de commissionnement fixe aux modes de commissionnement variable optimal pour les méthodes N°1 et 2

SCR Mortalité	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SCR Mortalité CF	4 328,64 €	3 951,56 €	3 585,37 €	3 232,81 €	2 895,46 €	2 574,70 €
SCR Mortalité CV Méthode n°2	34,32 €	31,56 €	28,88 €	26,28 €	23,78 €	21,39 €
SCR Mortalité CV Méthode n°1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

On remarque bien que cette méthode permet de réduire dans sa quasi-totalité le SCR de mortalité.

Cette méthode est cependant moins efficace que la précédente en termes de réduction du SCR mortalité étant donné que la méthode précédente permet d'annuler totalement ce SCR.

\\ Le SCR Rachat

L'assureur souhaite maintenant d'une part voir l'impact de cette méthode de commissionnement optimal sur le SCR de rachat à chaque date de projection du contrat par rapport à une méthode de commissionnement fixe, et d'autre part, comparer cette méthode avec la méthode n°1, détaillée précédemment.

Le graphique suivant permet d'analyser ces différents éléments :

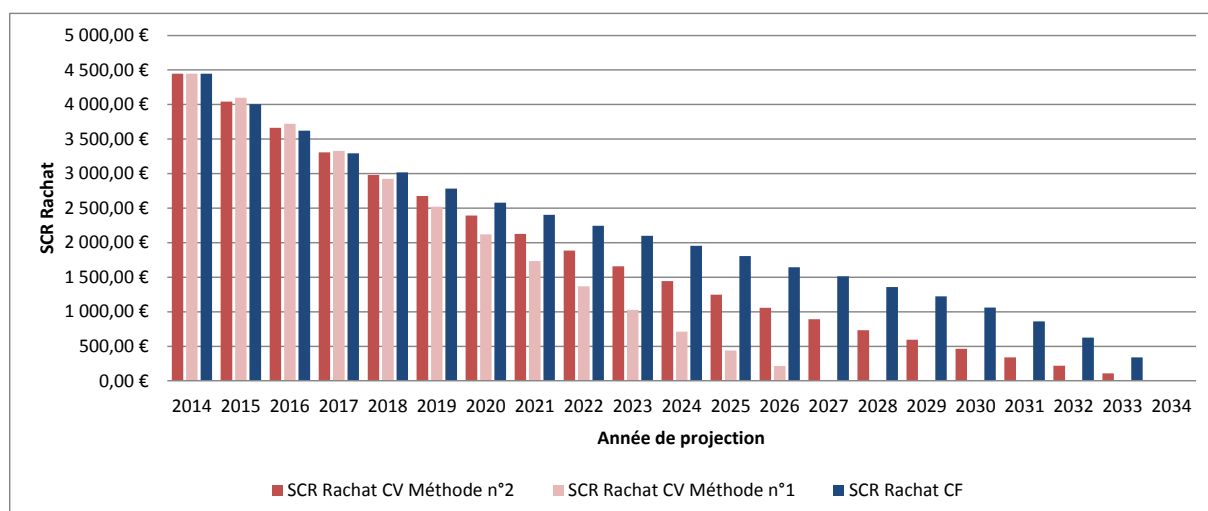


Figure 92 : Graphique Impact sur le SCR de rachat à chaque date de projection

Ce graphique nous permet de conclure que :

- Cette méthode n°2 ne permet pas de réduire à court terme le SCR de rachat par rapport au mode de commissionnement fixe. En revanche, à moyen-long terme, on remarque que le SCR de rachat diminue fortement, avec le mode de commissionnement optimal obtenu par cette méthode.
- Lorsque l'on compare cette méthode avec la méthode n°1 à court terme, on remarque que ces méthodes sont quasi-équivalentes et qu'il n'y a pas d'impact significatif sur le montant du SCR. En revanche, à moyen-long terme, on peut remarquer que la méthode n°1 permet davantage de réduire le montant du SCR Rachat que la méthode N°2. En effet, on remarque bien sur le graphique, que le SCR de rachat obtenu par la méthode N°1 s'annule à partir de l'année 2027, tandis que pour la méthode n°2, le SCR de rachat, bien que fortement réduit, reste bien présent.

\\ Le SCR Opérationnel

Après avoir observé les impacts sur les SCR de mortalité et de rachat, l'assureur souhaite voir comment influe la méthode de commissionnement optimal n°2 sur le montant du SCR Opérationnel.

Le graphique suivant nous permet de comparer cette méthode avec la méthode de base (commission fixe) et la méthode de commissionnement variable optimal, explicitée dans la partie précédente :

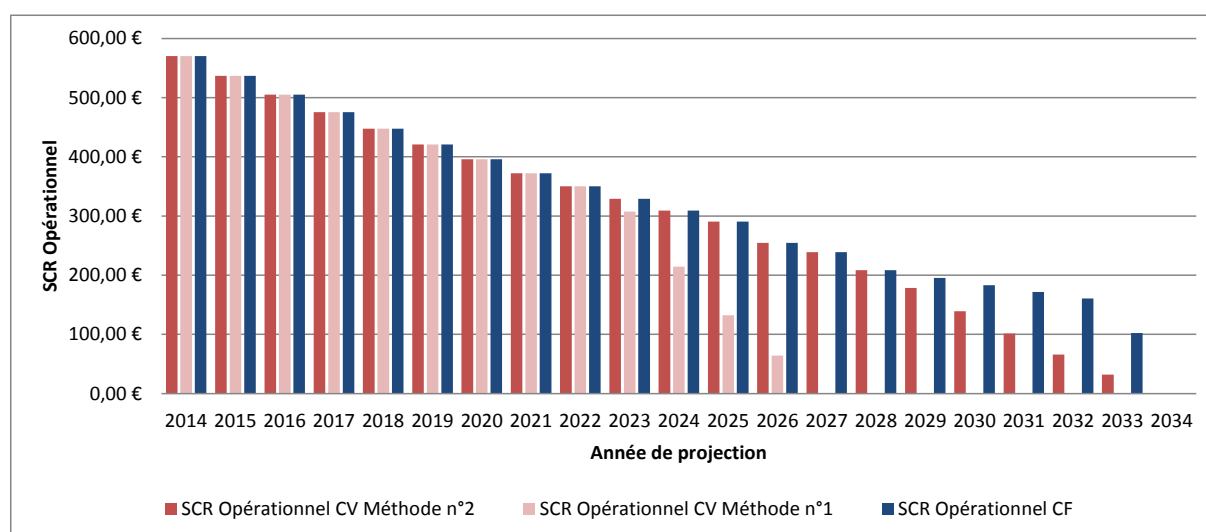


Figure 93: Comparaison du montant du SCR opérationnel selon les méthodes de commissionnement variable optimal et de commissions fixes

Ce graphique permet d'effectuer les observations suivantes :

- A court-moyen terme, aucune des deux méthodes de commissionnement variable optimal n'a d'impact sur le SCR opérationnel. En effet, on remarque bien sur le graphique que, jusqu'à la 8^{ème} année de projection, le montant du SCR opérationnel est identique, quel que soit le mode de commissionnement variable, au mode de commissionnement fixe.
- A long terme, à partir de la 9^{ème} année de projection, on remarque que la méthode n°1 est plus efficace, en termes de réduction du SCR opérationnel, que la méthode n°2. En effet, on peut d'ailleurs noter que dès la 14^{ème} année de projection, le SCR Opérationnel obtenu par la méthode n°1 a totalement disparu tandis qu'il est toujours présent dans la méthode n°2.

Après avoir déterminé les impacts de cette méthode de commissionnement variable optimal sur chacun des SCR, le graphique suivant permet de résumer ces résultats et de comparer les impacts sur les différents SCR calculés :

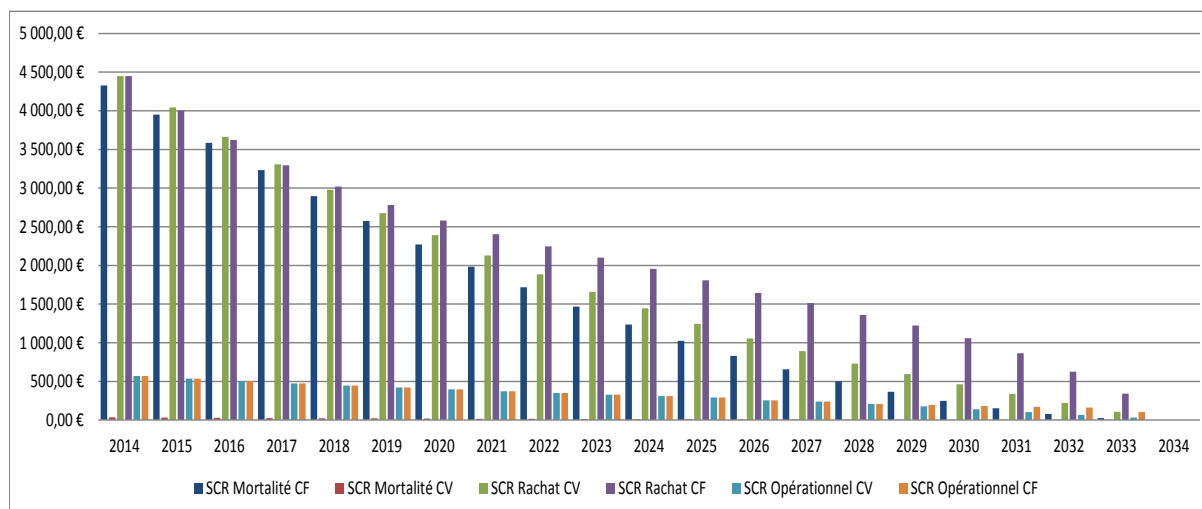


Figure 94 : Graphique Comparatif des Impacts sur les différents SCR calculés

Ce graphique justifie le fait que cette méthode permet de réduire considérablement à court terme, le SCR de mortalité, et à moyen-long terme, le montant des SCR de rachat et opérationnel.

Par ailleurs, on peut noter que, les montants des SCR de mortalité et de rachat obtenus dans le cas de mode de commissionnement fixe, sont équivalents. Ainsi, ce sont ces SCR qui ont le plus d'influence sur le montant du SCR global et l'impact des méthodes de commissionnement optimal sur ces SCR a une importance primordiale. A l'inverse, le SCR opérationnel ne représente qu'une faible part du SCR global. Par conséquent, les impacts du changement de mode de commissionnement sur ce SCR sont à relativiser par rapport au SCR de mortalité ou de rachat.

A partir de ces SCR, l'assureur peut calculer les montants futurs de SCR global obtenus par cette méthode, à chaque date de projection, par application de la formule standard. On peut alors mesurer les impacts sur le SCR de cette méthode de commissionnement optimal dynamique et la comparer avec la méthode n°1 et la méthode de commissionnement fixe.

Ce tableau permet de voir qu'à court terme, ces deux méthodes de commissionnement variable permettent de réduire de manière quasi équivalente le montant du SCR total.

Figure 95: Comparatif des impacts des méthodes N°1 et 2 sur le montant du SCR

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SCR Total CV Méthode n°2	5 017,41 €	4 578,78 €	4 167,58 €	3 783,83 €	3 426,99 €	3 095,64 €
SCR Total CV Méthode n°1	5 017,27 €	4 633,90 €	4 225,90 €	3 802,87 €	3 371,80 €	2 941,21 €
SCR Total CF	6 776,09 €	6 161,79 €	5 601,24 €	5 091,44 €	4 629,71 €	4 211,81 €

Le graphique suivant nous permet de comparer ces méthodes tout au long de la projection du portefeuille d'emprunteurs :

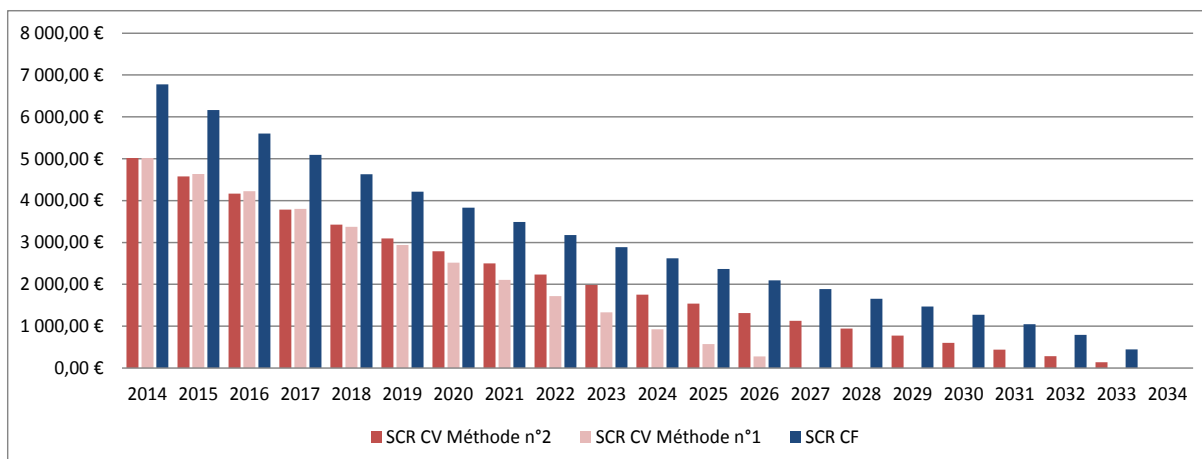


Figure 96 : Graphique comparatif des impacts des deux méthodes de commissionnement variable sur le SCR

Ce graphique nous permet de conclure qu'à moyen-long terme, la méthode n°1 est plus efficace que la méthode n°2 pour réduire le SCR global. En effet, on note que dès la 5^{ème} année de projection, le SCR obtenu par la méthode n°1 est plus faible que celui obtenu par la méthode n°2 et cet écart se creuse tout au long de la projection du contrat. On remarque ainsi que dès la 13^{ème} année de projection, le SCR de la méthode n°1 s'annule totalement tandis que dans le cadre de la méthode N°2, l'assureur a toujours un niveau de capital requis à gérer.

Le graphique suivant appuie l'idée selon laquelle la méthode n°1 permet à l'assureur de réduire davantage le montant de son SCR que dans la méthode n°2 en comparant la valeur actuelle des SCR futurs pour chacune de ces méthodes :

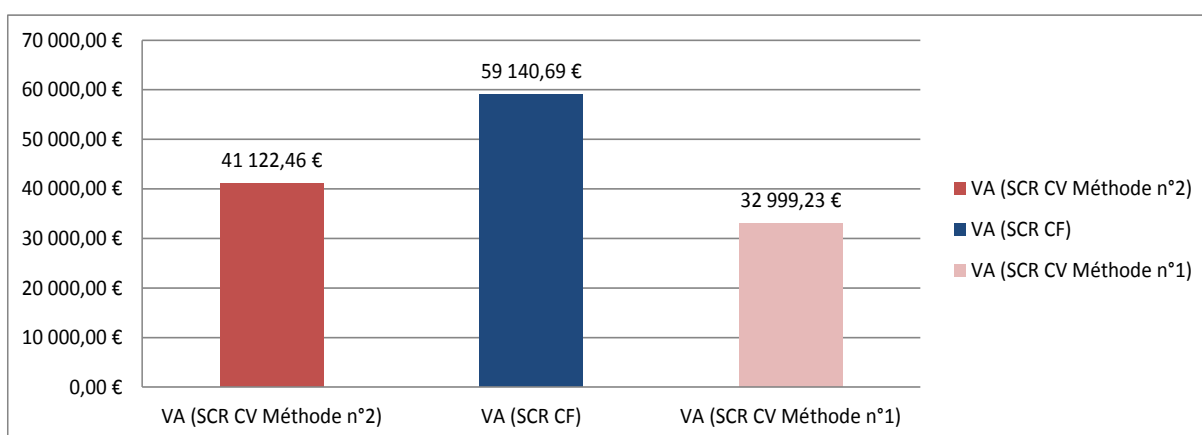


Figure 97: Impacts des méthodes optimales n°1 et 2 sur la valeur actuelle (VA) des SCR futurs

Ce graphique montre bien que la valeur actuelle des SCR futurs est plus importante dans le cadre de la méthode de commissionnement n°2 que pour la méthode n°1. Cela confirme donc bien que la méthode n°1 est plus efficace que la méthode n°2 en termes de réduction du SCR.

En conclusion, en termes de réduction du SCR, les résultats observés prouvent que la méthode n°1 permet à l'assureur de réduire davantage son SCR que la méthode n°2. En revanche, en dehors de l'aspect technique, l'assureur doit pouvoir trouver un consensus avec l'apporteur afin de vendre ses contrats ce qui est davantage réalisable avec la méthode n°2 qui permet alors de réduire le SCR tout en assurant un partage de risque entre assureurs et apporteurs.

III.2.2.3- Méthode N°3 : Intégration d'une nouvelle variable dans le mode de commissionnement variable optimal

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

L'objectif de cette méthode est pour l'assureur de faire dépendre la rémunération des apporteurs, en plus des primes et des prestations, de son résultat technique pur. En effet, l'idée de l'ajout de cette contrainte concrétise davantage le principe de partage de risque entre assureurs et apporteurs. En effet, cette méthode implique que les apporteurs soient en partie reliés au résultat annuel de l'assureur qu'il soit bénéficiaire ou déficitaire.

La rémunération de l'apporteur est donc :

$$CV = \alpha * P_t + \beta * S_t + \gamma * RTP_t$$

Où : $RTP_t = PA_t^5 - S_t$ avec PA_t représentant la prime acquise à la date t .

On résout alors le programme d'optimisation suivant :

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} VA (SCR \text{ futurs})$$
$$\text{s.c.} : \begin{cases} E [VAP(CV^*)] = E [VAP(CF)] \\ \alpha \geq 0, \beta \end{cases}$$

Le solveur Excel permet d'obtenir les coefficients optimaux suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha^* = 100\% \\ \beta^* = -100\% \\ \gamma^* = -36\% \end{array} \right.$$

L'expression du commissionnement optimal au temps t est donc :

$$CV^* = 100\% * P_t - 100\% * S_t - 36\% * RTP_t = 100\% * (P_t - S_t) - 36\% * RTP_t$$

Cette méthode consiste donc à verser aux apporteurs la différence entre les primes reçues et les sinistres à laquelle est retiré 36% du résultat technique pur.

Afin de mieux comprendre ce mode de commissionnement variable optimal, on commence par regarder de quelle façon sont versées les commissions variables tout au long de la projection du portefeuille emprunteurs :

⁵ $PA_t = \left(\sum_{t=1}^N \frac{P_t}{S_t} \right) * S_t$

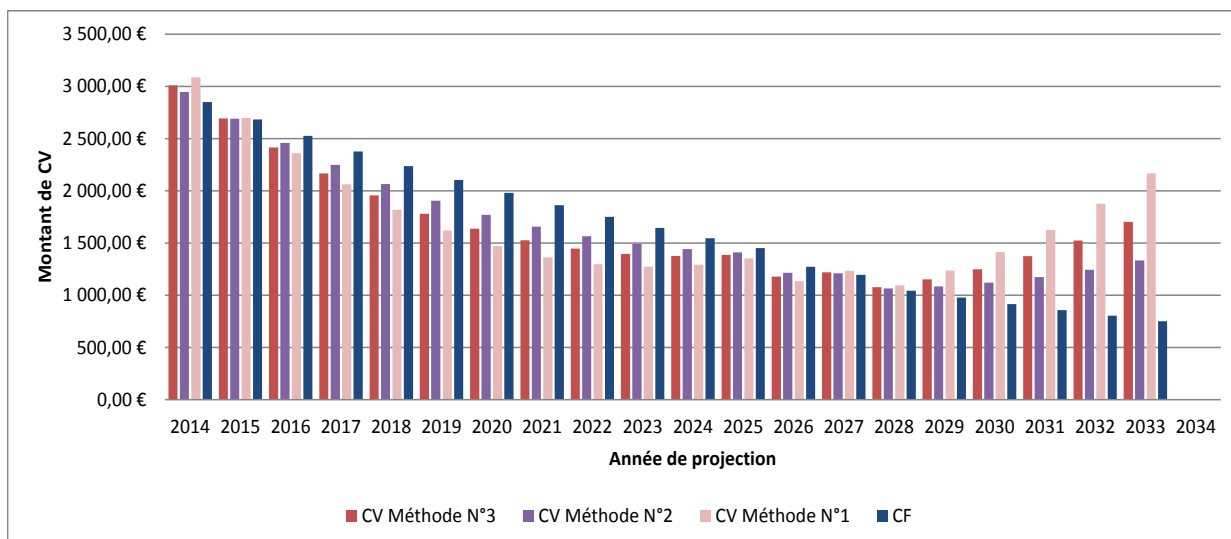


Figure 98 : Graphique versement des commissions en fonction des différents modes de commissionnement et de l'année de projection

Ce graphique confirme bien que cette méthode suit bien l'évolution du risque et qu'elle se place dans une volonté de partage de risque entre assureurs et apporteurs. En effet, on remarque que le montant de commissions variables versées à l'apporteur diminue lorsque le risque augmente. De plus, on note que cette méthode consiste à verser, en début et fin de projection (pendant lesquels le risque est faible), un montant de commissions élevé se situant légèrement en dessous de la méthode n°1 mais au-dessus de la méthode de commissionnement fixe et de la méthode n°2. Lorsque le risque augmente, entre la 3^{ème} et la 13^{ème} année, cette méthode se situe exactement, en termes de montant de commissions variables versées, entre la méthode n°1 et la méthode n°2 (celle qui implique le montant de commissions le plus élevé). Ainsi, bien que le risque soit élevé pendant cette période, cette méthode permet à l'apporteur de garder un certain niveau de rémunération et oblige l'assureur à supporter une partie du risque.

On vérifie que dans cette méthode l'égalité entre la valeur actuelle probable des commissions fixes et des commissions variables, est bien vérifiée :

Contrainte	VA (CV)	VA (CF)
2014	31 184,45 €	31 184,45 €

2. Impacts sur le solde de trésorerie

L'assureur souhaite analyser les impacts de cette méthode sur son solde de trésorerie et les comparer avec les méthodes évoquées précédemment :

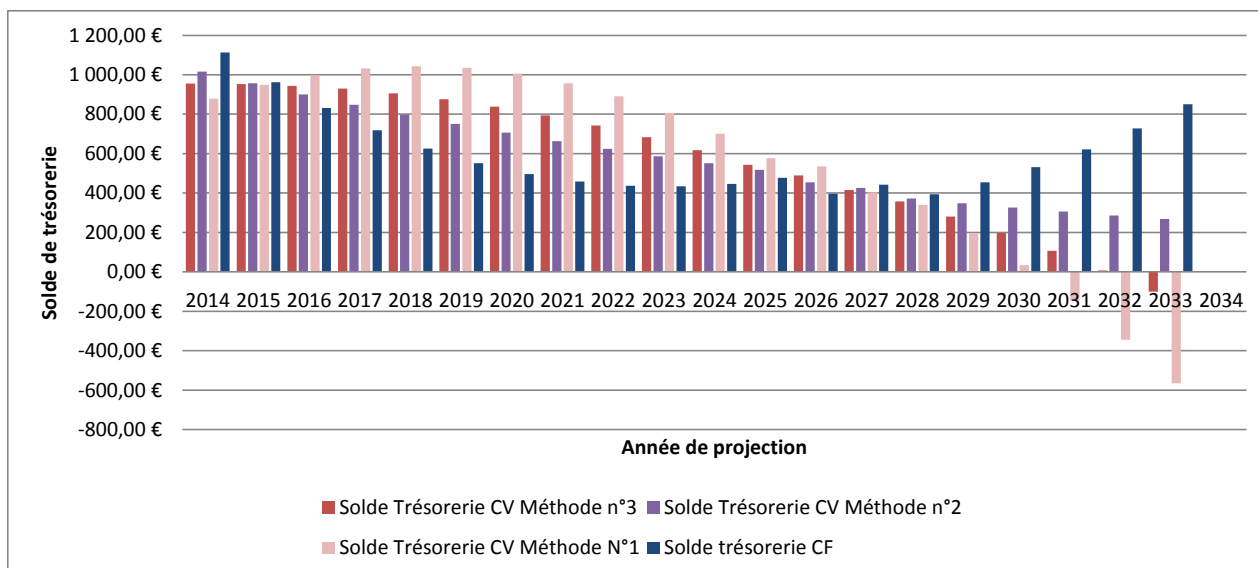


Figure 99 : Graphique Impacts sur solde de trésorerie

Ce graphique permet à l'assureur de tirer les conclusions suivantes :

- Cette méthode lui assure un solde de trésorerie, même en cas de hausse du risque, ce qui lui permet d'être en capacité de faire face à ses engagements vis-à-vis des assurés. Cela confirme bien l'idée selon laquelle cette méthode est conçue de telle sorte à tenir compte de l'évolution du risque et à permettre à l'assureur de pouvoir verser des prestations à ses assurés. On remarque bien d'ailleurs que le solde de trésorerie de cette méthode est plus élevé que celui calculé avec un mode de commissionnement fixe entre la 3^{ème} et la 13^{ème} année lorsque le risque est élevé.
- En début et fin de projection, lorsque le risque est faible, le solde de trésorerie dégagée par cette méthode est plus élevé que celui dégagé par la méthode n°1, mais plus faible que celui dégagé par la méthode n°2. Pendant la période où le risque est élevé, le solde de trésorerie est plus important avec cette méthode que pour la méthode n°2, mais reste inférieur au solde de trésorerie de l'assureur obtenu par la méthode n°1.
- En fin de projection, on observe que le solde de trésorerie devient négatif ce qui n'est pas vraiment souhaitable pour l'assureur bien que le risque soit faible dans la mesure où il cherche à s'assurer un solde de trésorerie positif à tout moment. Cette méthode est donc moins prudente.

En conclusion, cette méthode présente des avantages en termes de solde de trésorerie car elle tient compte du risque et qu'elle assure un solde de trésorerie plus élevé que la méthode n°2 lorsque le risque est le plus important. En revanche, cette méthode est moins prudente que la méthode n°2 car elle entraîne un solde de trésorerie négatif en fin de projection.

3. Impacts sur le SCR

L'assureur souhaite maintenant voir l'impact de ce mode de commissionnement issu de l'optimisation dynamique sur la réduction du SCR à chaque année de projection.

\\ Le SCR Mortalité

Le risque de mortalité est un risque très important à gérer pour l'assureur. L'assureur souhaite voir les impacts de cette méthode pour réduire le SCR de mortalité.

Le tableau suivant nous permet de voir, lors des cinq premières années de projection, les effets de cette méthode sur le SCR de mortalité et de les comparer avec les méthodes évoquées précédemment :

SCR Mortalité	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SCR Mortalité CV Méthode n°3	1 593,24 €	1 163,80 €	793,41 €	480,75 €	223,07 €	17,33 €
SCR Mortalité CV Méthode n°2	34,32 €	31,56 €	28,88 €	26,28 €	23,78 €	21,39 €
SCR Mortalité CV Méthode n°1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SCR Mortalité CF	4 328,64 €	3 951,56 €	3 585,37 €	3 232,81 €	2 895,46 €	2 574,70 €

Figure 100: Comparaison du SCR Mortalité pour les trois méthodes de commissionnement optimal

On remarque que cette méthode permet de réduire le SCR de mortalité. En revanche, les résultats prouvent que cette méthode est moins efficace que les autres en termes de réduction du SCR.

Le graphique suivant permet de voir les effets à long terme de cette méthode sur ce SCR :

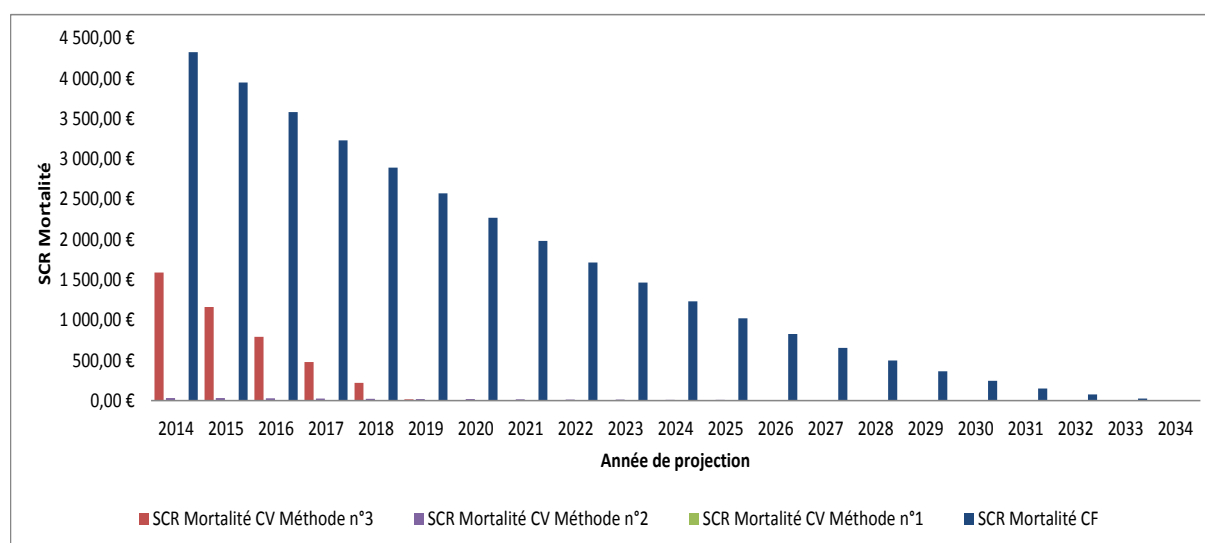


Figure 101 : Graphique Impacts de la méthode sur le SCR de mortalité

Ce graphique permet de relever que cette méthode permet de réduire le SCR de mortalité mais reste moins efficace à court terme que les méthodes n°1 et n°2. En revanche, lorsque l'on étudie attentivement les résultats après cinq ans de projection, on peut remarquer que le SCR de mortalité calculé avec la méthode n°3 s'annule totalement tandis qu'il reste positif bien que très faible tout au long de la projection pour la méthode n°2 :

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
SCR Mortalité CV Méthode n°3	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SCR Mortalité CV Méthode n°2	10,98 €	9,21 €	7,54 €	6,00 €	4,58 €	3,32 €	2,22 €	1,30 €	0,60 €	0,15 €	0,00 €
SCR Mortalité CV Méthode n°1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SCR Mortalité CF	1 235,21 €	1 023,13 €	829,93 €	656,41 €	500,76 €	365,55 €	248,55 €	152,01 €	77,34 €	26,08 €	0,00 €

Figure 102: Impacts des méthodes de commissionnement variable optimales sur le SCR Mortalité

Ainsi, on peut en conclure les éléments suivants :

- A court terme, la méthode n°3 est la moins efficace des trois méthodes en termes de réduction du SCR de mortalité.
- A moyen-long terme, la méthode n°3 est plus efficace que la méthode n°2 car elle permet d'annuler le SCR de mortalité contrairement à la méthode n°2 qui conserve un SCR de mortalité, bien que minime, tout au long de la projection.

Il revient donc à l'assureur d'arbitrer afin de voir la méthode la plus intéressante pour lui. Il peut soit conserver un montant faible de SCR de mortalité tout au long de la projection, soit avoir un montant plus élevé en début de projection mais qui s'annule dès la 5^{ème} année.

\\ Le SCR de Rachat

L'assureur souhaite maintenant tenir compte des impacts de cette méthode sur le risque de rachat anticipé des contrats. Il va donc pour cela observer les SCR futurs pour chacune des méthodes de commissionnement afin d'en déduire la méthode la plus efficace dans le but de réduire le SCR de rachat :

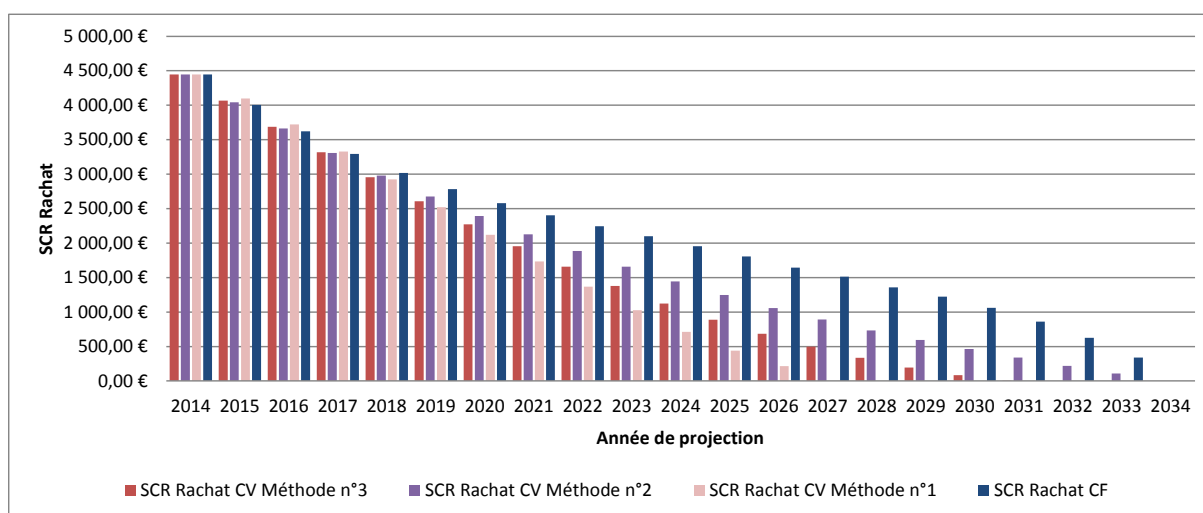


Figure 103 : Graphique Impacts de la méthode sur le risque de rachat anticipé des contrats

Ce graphique permet à l'assureur d'analyser les points suivants :

- A court terme, les méthodes de commissionnement variable optimal dynamiques n'ont aucun impact sur le montant du SCR de rachat.
- A moyen-long terme, on peut constater que la méthode n°3 est moins efficace que la méthode n°1, mais plus efficace que la méthode n°2, dans la diminution du SCR de rachat.

- En fin de projection, on remarque que la méthode n°3 permet d'annuler totalement le SCR de rachat.

On peut donc en conclure que la méthode n°3 est plus efficace que la méthode n°2 dans la mesure où elle permet à l'assureur d'annuler totalement le SCR de rachat en fin de projection.

\\ Le SCR Opérationnel

On peut maintenant analyser les impacts de cette nouvelle méthode sur le SCR Opérationnel :

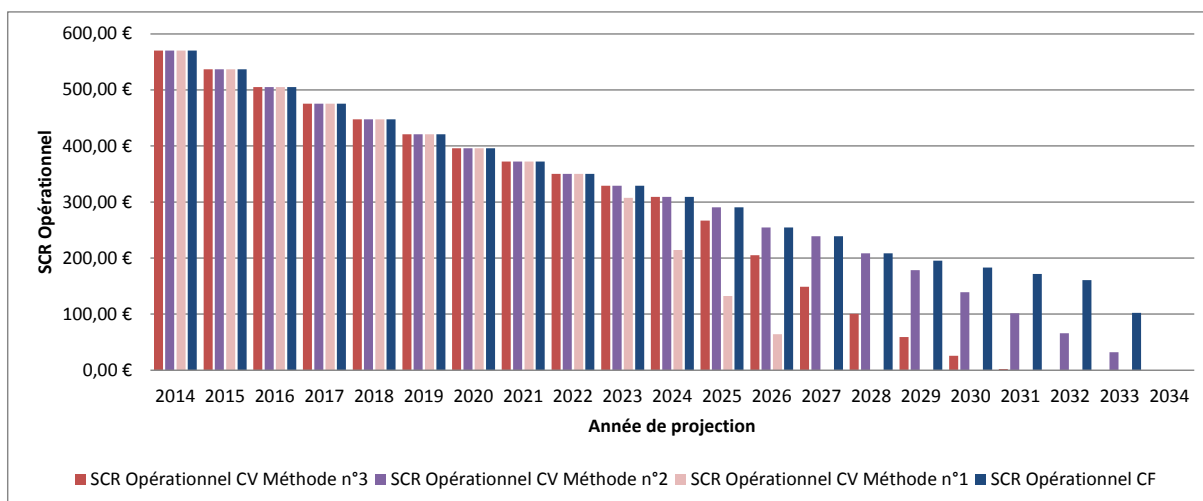


Figure 104 : Graphique Impacts de cette méthode sur le SCR opérationnel

Dans la première moitié de la projection, les méthodes de commissionnement variables optimales n'ont pas d'impact sur le montant du SCR opérationnel.

Lors de la seconde moitié de projection, on observe bien sur le graphique que la méthode n°3 est plus efficace que la méthode n°2 puisqu'elle permet de réduire davantage le montant du SCR, mais elle reste moins efficace que la méthode n°1. On remarque d'ailleurs, qu'en fin de projection, le SCR de rachat est nul pour les méthodes n°1 et n°3, ce qui n'est pas le cas pour la méthode de commissionnement variable n°2.

Avant de déterminer le SCR global pour cette méthode, on compare les impacts de cette méthode sur les différents SCR calculés :

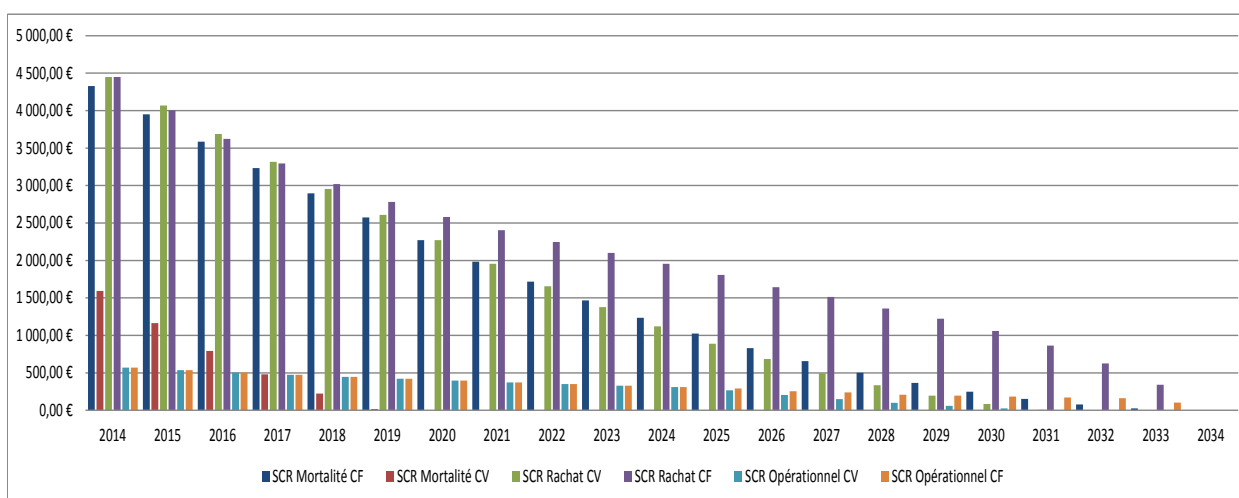


Figure 105: Graphique Impacts de cette méthode sur les différents SCR calculés

Ce graphique permet de conclure les points suivants :

- A court terme, cette méthode permet de réduire le SCR de mortalité qui reste cependant encore assez élevé, tandis que les SCR de rachat et opérationnel ne sont pas impactés à court terme. On peut donc dire, qu'à court terme, cette méthode bien que permettant de réduire le SCR est la moins efficace du fait du montant encore assez élevé du SCR de mortalité en début de projection.
- A moyen-long terme, cette méthode, bien que moins efficace que la méthode n°1, paraît plus avantageuse. En effet, elle permet d'annuler totalement le SCR de mortalité tandis qu'il en reste encore un montant même minime à gérer pour la méthode 2. De plus, pour les SCR de rachat et opérationnel, cette méthode permet de les annuler totalement en fin de projection ce qui n'est pas le cas pour la méthode n°2.

Après avoir déterminé ces différents SCR, on peut désormais calculer le montant du SCR global et ainsi mesurer l'impact de cette méthode sur son montant et la comparer aux méthodes évoquées précédemment :

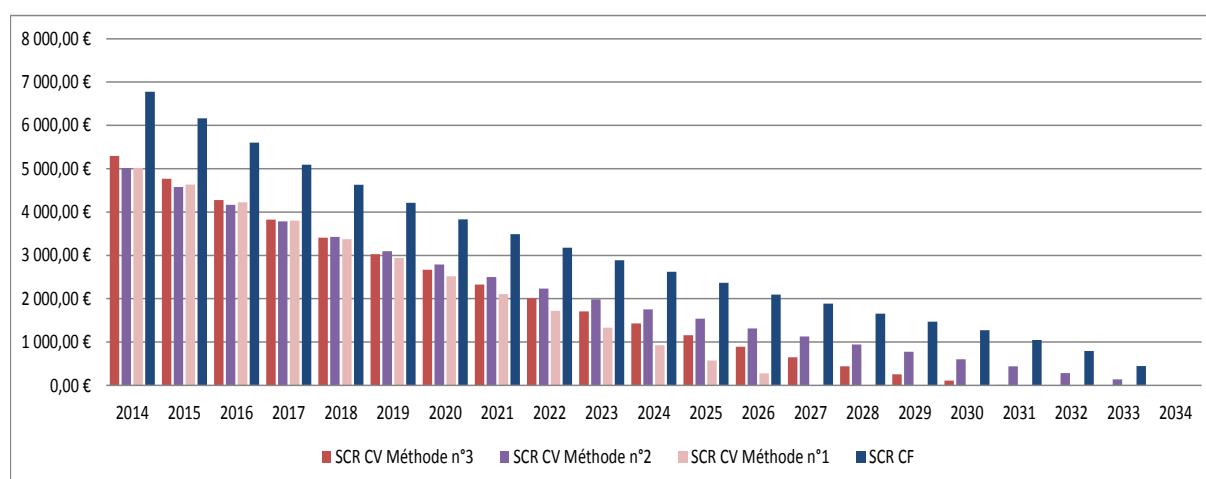


Figure 106: Comparer l'impact des différentes méthodes sur la réduction du SCR

Ce graphique permet de confirmer que cette méthode n°3 permet bien de réduire le SCR. Cependant, on remarque qu'à court terme, cette méthode est la moins efficace par rapport aux autres méthodes de commissionnement variable optimal, car le montant du SCR reste plus élevé que pour les autres méthodes en début de projection. En revanche, à moyen-long terme, cette méthode est moins efficace que la méthode n°1 mais l'est beaucoup plus que la méthode n°2. On constate d'ailleurs qu'en fin de projection le montant de SCR total pour la méthode n°3 s'annule, contrairement à la méthode n°2.

On peut donc en conclure que cette méthode est moins efficace que les autres méthodes à court terme, mais est meilleure en termes d'efficacité que la méthode n°2 à moyen-long terme.

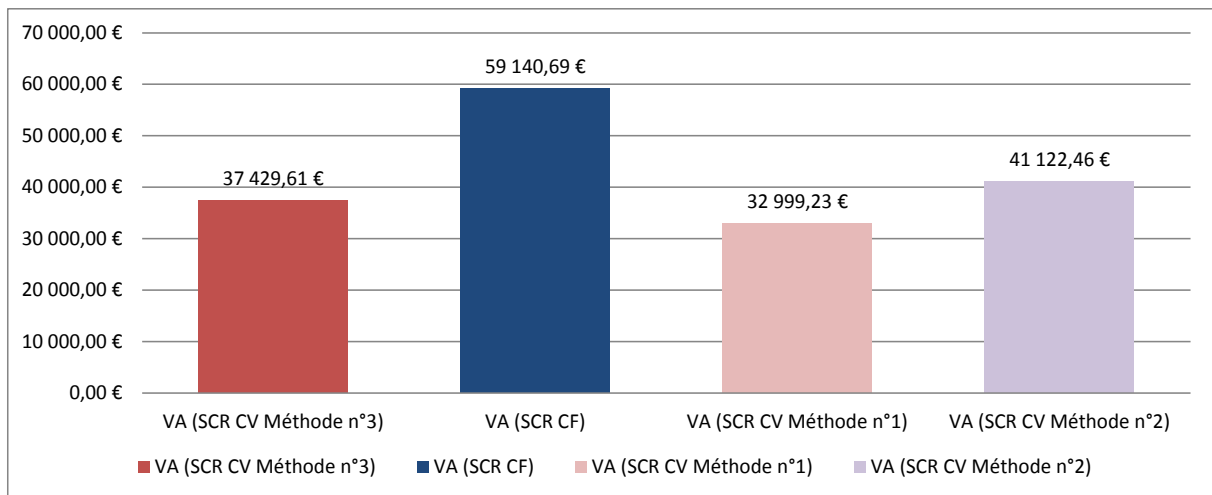


Figure 107: Comparaison des méthodes de commissionnement variable optimal

Ce graphe permet de dire que la méthode de commissionnement variable optimal n°3 est plus efficace que la méthode n°2, en termes de réduction du SCR. En effet, en calculant la valeur actuelle probable des SCR futurs, on voit bien que la méthode n°3 est plus faible que la méthode n°2 mais plus élevée que la méthode n°1.

III.2.2.4- Méthode N°4 : Programme d'optimisation à une variable- Simplification de la méthode de commissionnement variable optimal

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

L'objectif de cette méthode est de simplifier au maximum le mode de commissionnement variable pour l'apporteur afin de vendre davantage de contrats. En effet, plus le mode de commissionnement est simple, plus l'apporteur sera enclin à travailler pour l'assureur. On verra donc si le fait de réduire le nombre de variables entraîne une baisse d'efficacité de la méthode.

Le mode de commissionnement variable optimal a donc, pour cette méthode, l'expression suivante :

$$CV = \gamma * RTP$$

Le programme d'optimisation est donc le suivant :

$$CV^* = \text{ArgMin}_{\alpha, \beta} VA (SCR \text{ futurs})$$

$$\text{s.c: } E [VAP(CV^*)] = E [VAP(CF)]$$

On obtient donc le coefficient optimal γ^* par le solveur Excel :

$$\gamma^* = 62\%$$

On a donc : $CV^* = 62\% * RTP$

L'assureur verse donc 62% de son résultat technique pur aux apporteurs et en conserve 38%.

On peut donc maintenant voir comment se traduit le commissionnement variable optimal obtenu, tout au long de la projection :

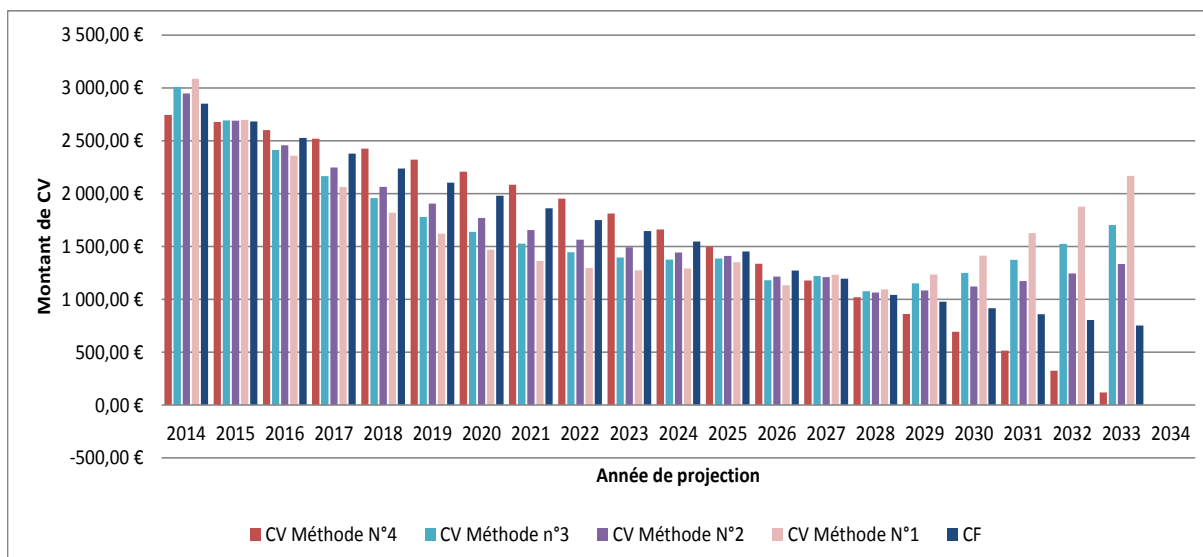


Figure 108 : Graphique Commissionnement variable optimal obtenu tout au long de la projection

On remarque que le montant des commissions variables versées dans le cadre de cette méthode, suit la décroissance du risque pendant toute la durée de projection du portefeuille.

On peut constater d'après le graphique, que le montant de commissions variables versées dans le cadre de cette méthode, est le plus faible par rapport aux autres méthodes. En revanche, on remarque qu'à court-moyen terme, le mode de commissionnement obtenu par cette méthode est le plus élevé. L'assureur partage donc bien le risque avec l'apporteur et continue de payer des commissions importantes aux apporteurs en dépit de l'augmentation du risque. En fin de projection, le versement de commissions obtenues par cette méthode se réduit du fait de la diminution du risque. Il y a donc une véritable dépendance dans cette méthode entre le niveau de risque et le montant des commissions dans la mesure où lorsque le risque est élevé, le commissionnement reste élevé et lorsque le risque est faible, le commissionnement diminue.

On vérifie par ailleurs que la contrainte d'égalité entre les valeurs actuelles probables des commissions fixes et variables est bien vérifiée :

Figure 109: Contrainte d'égalité entre valeur actuelle des commissions variables et des commissions fixes

Contrainte	VA (CV)	VA (CF)
2014	31 184,45 €	31 184,45 €

2. Impacts sur le solde de trésorerie

On peut maintenant mesurer l'impact de cette méthode sur le solde de trésorerie de l'assureur :

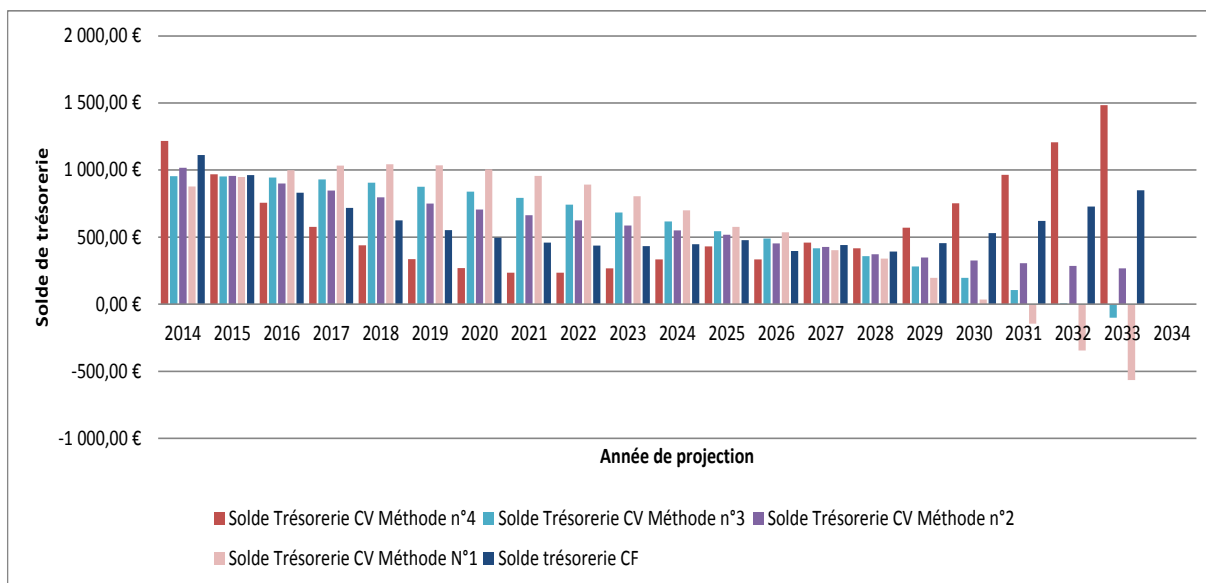


Figure 110 : Graphique de l'impact de cette méthode sur le solde de trésorerie de l'assureur

On remarque que cette méthode permet à l'assureur de dégager un solde de trésorerie important, au temps 0 et en fin de projection, lorsque le risque est faible. En revanche, en cours de projection le solde de trésorerie obtenu par l'assureur avec cette méthode est le plus faible. Cela suit donc bien la logique de risque.

De plus, on peut noter un point très important dans cette méthode : le solde de trésorerie reste positif tout au long de la projection et l'assureur s'assure un montant élevé en début de projection pour faire face aux risques à venir et en fin de projection afin de terminer la projection de ce portefeuille avec un solde bénéficiaire.

3. Impacts sur le SCR

On peut maintenant voir comment cette méthode de commissionnement simplifié influe sur le montant des SCR futurs.

\\ Le SCR Mortalité

On peut regarder ce qu'implique cette méthode de commissionnement sur le montant du SCR de mortalité :

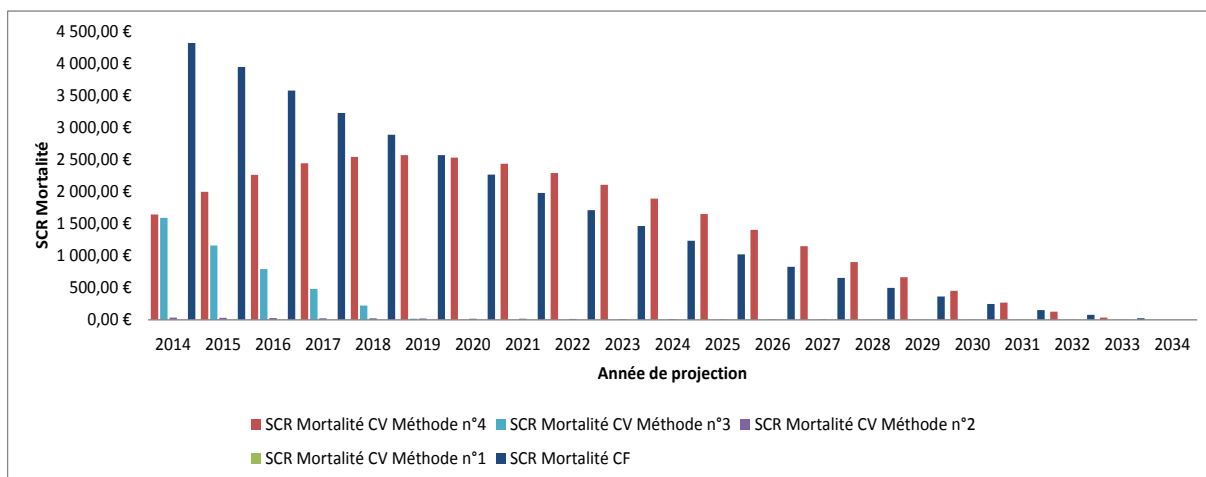


Figure 111: Impacts de la méthode n°4 sur le SCR Mortalité

Ce graphe nous permet de voir que cette méthode est la moins efficace en termes de réduction du SCR. En effet, on remarque à court-moyen terme une augmentation du SCR de mortalité ce qui n'est pas souhaitable pour l'assureur.

Cette méthode ne permet pas de réduire le SCR de mortalité, on ne retiendra donc pas cette méthode telle qu'elle est.

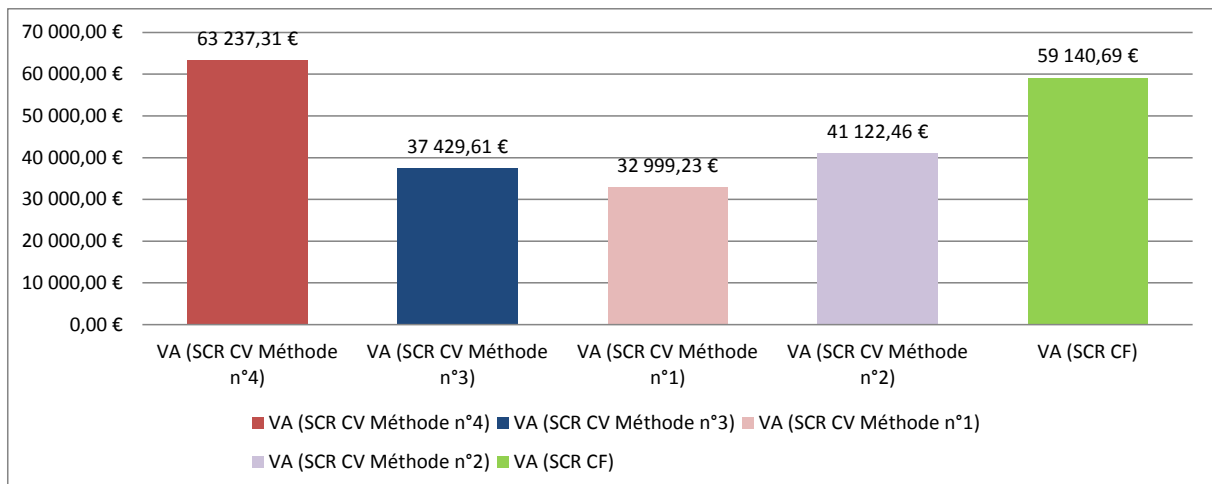


Figure 112: Comparaison de la valeur actuelle des SCR futurs

III.2.2.5- Méthode N°5 : Programme d'optimisation du commissionnement variable avec maximisation du surplus de l'assureur

1. Description de la méthode et résultats de l'optimisation

L'assureur souhaite toujours minimiser son SCR. Pour cela, il est intéressant de mettre en place une dernière méthode de commissionnement variable optimal qui permet de minimiser le SCR en maximisant le surplus de l'assureur.

On résout donc le programme d'optimisation suivant :

$$\begin{aligned}
 & \text{ArgMax}_{\alpha, \beta} VA(\text{NAV} - \text{SCR}) \\
 & \left. \begin{aligned}
 & \text{s. c } \text{NAV}_t - \text{SCR}_t > 0 \\
 & E[VAP(CV^*)] = E[VAP(CF)] \\
 & \alpha \leq 1, \alpha > 0 \\
 & \beta \geq -1
 \end{aligned} \right\}
 \end{aligned}$$

Où : NAV désigne la *Net Asset value* avec $\text{NAV} = -(BE + MR)$

$$\text{Et : } VA(\text{NAV}-\text{SCR}) = \sum_{t=1}^N \frac{(\text{NAV}-\text{SCR})_t}{(1+\text{Taux sans Risque}_t)^t}$$

Le solveur Excel nous permet d'obtenir les résultats suivants :

$$\left\{ \begin{aligned}
 & \alpha^* = 74\% \\
 & \beta^* = -92\%
 \end{aligned} \right.$$

On a ainsi déterminé le commissionnement variable optimal. L'idée ici est de voir comment ce mode de commissionnement s'échelonne tout au long de la projection du portefeuille et de comparer cela avec ce que l'on a obtenu pour les méthodes précédentes :

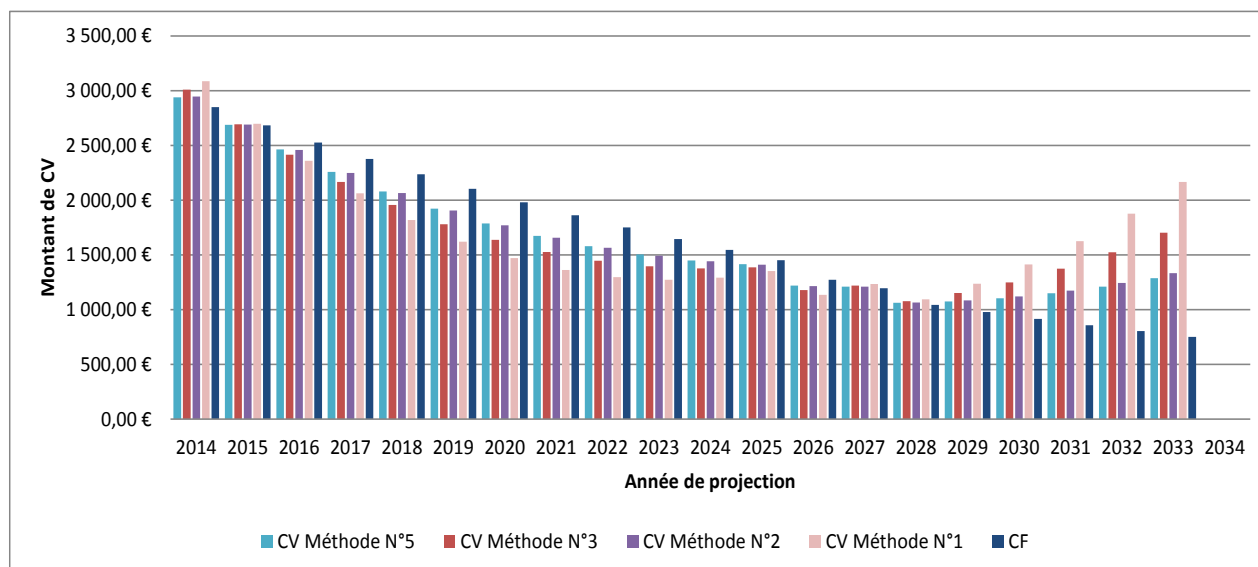


Figure 113: Comparaison du versement des commissions selon les différents modes de commissionnement variable

On remarque que les commissions obtenues par cette méthode évoluent de la même façon que celles obtenues dans la méthode n°2.

2. Impacts sur le solde de trésorerie

De même, on peut imaginer que l'on va retrouver une similitude avec la méthode N°2 :

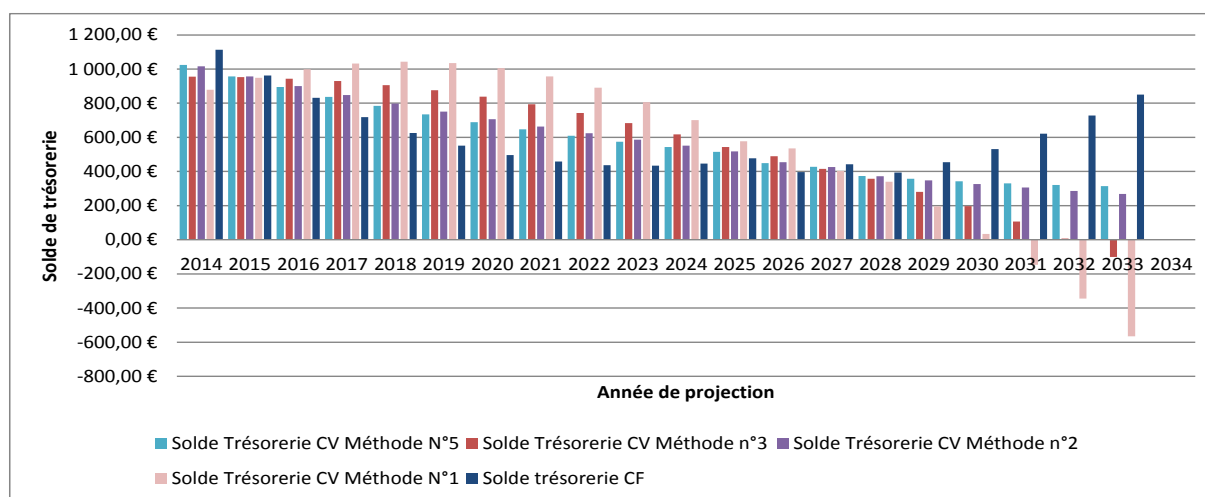


Figure 114: Comparaison de l'évolution du solde de trésorerie selon les différents modes de commissionnement optimal issus de l'optimisation dynamique

Ce graphe affirme bien cette similitude entre les deux méthodes.

3. Impacts sur le SCR

\\ Le SCR Mortalité

L'assureur souhaite maintenant analyser l'impact de cette méthode sur le SCR de mortalité.

On obtient les résultats suivants :

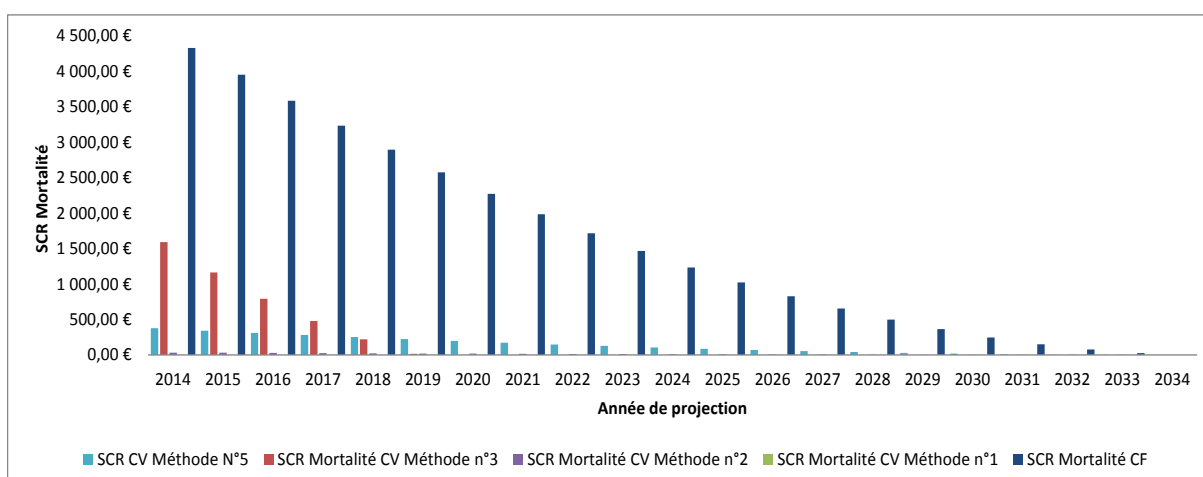


Figure 115: Comparaison de l'évolution du SCR de mortalité selon les différentes méthodes de commissionnement variable

On constate que cette méthode permet bien de réduire le SCR de mortalité. Cette méthode s'avère être plus efficace que la méthode n°3, à court terme, mais légèrement moins efficace que la méthode n°2.

A long terme, cette méthode est la moins efficace car le SCR de mortalité reste présent bien que quasi-nul.

\\ Le SCR Rachat

L'assureur souhaite maintenant analyser les impacts de cette méthode sur le SCR de rachat.

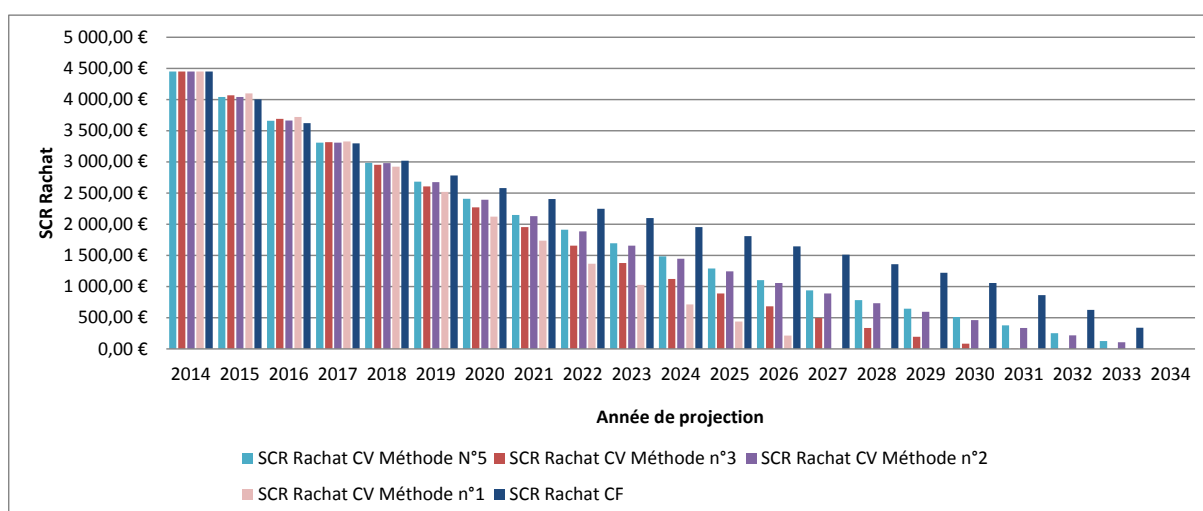


Figure 116: Comparaison de l'évolution du SCR de rachat selon les différentes méthodes de commissionnement variable

On remarque que cette méthode, de la même façon que les autres, ne permet pas de réduire le SCR de rachat à court terme. A moyen-long terme, en revanche, cette méthode permet de réduire fortement le SCR de rachat. Cependant, les autres méthodes paraissent plus efficaces à long terme pour réduire ce SCR.

Le SCR Opérationnel

Pour le SCR opérationnel, cette méthode n'a pas d'impact à court terme de la même façon que pour les autres méthodes de commissionnement variable optimal. En revanche, à moyen-long terme, cette méthode permet de réduire le SCR opérationnel, bien que de façon moins efficace que les autres méthodes évoquées précédemment. Le graphique suivant permet d'appuyer cette idée :

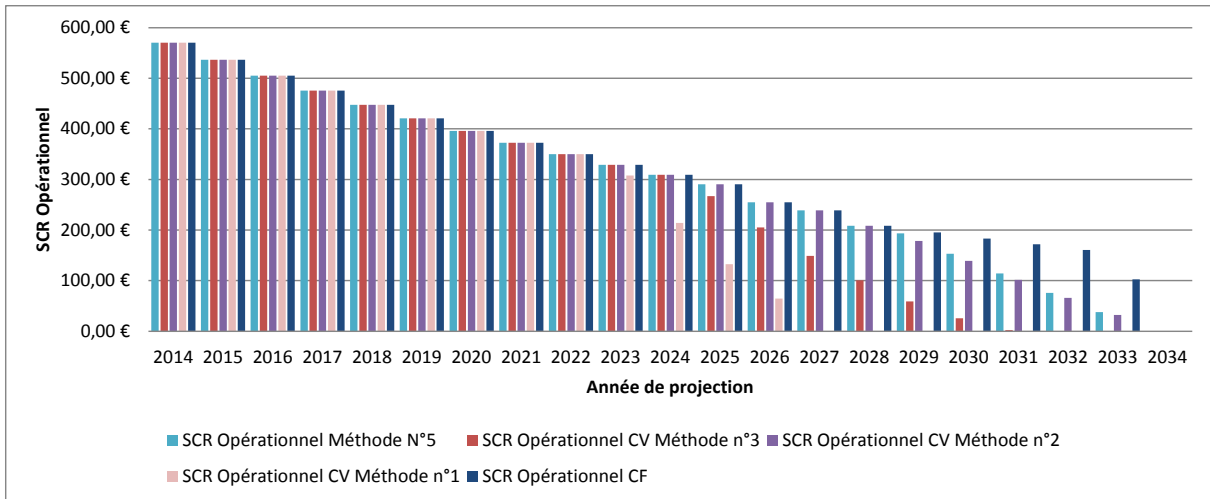


Figure 117: Comparaison de l'évolution du SCR opérationnel selon les différentes méthodes de commissionnement variable

Après avoir observé chacun des SCR, l'assureur souhaite comparer l'impact de cette méthode sur les différents SCR :

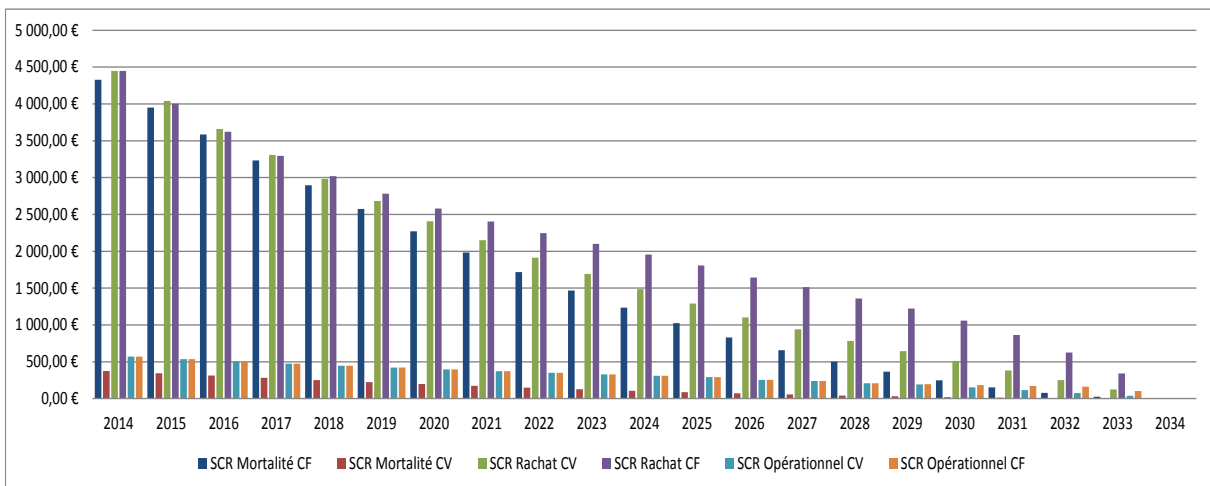


Figure 118: Impacts de la méthode de commissionnement variable sur les différents SCR

Ce graphique permet de voir que cette méthode de commissionnement variable optimal permet de réduire fortement les SCR de mortalité, de rachat et opérationnel.

Il est intéressant de noter que l'impact le plus significatif est le SCR de mortalité. A moyen-long terme, l'impact sur le SCR de rachat est également important. Le SCR opérationnel se réduit également à moyen-long terme mais son impact est relativement faible, compte tenu de son montant.

L'assureur peut alors calculer son SCR global avec cette méthode de commissionnement et le comparer avec le SCR global obtenu pour les méthodes évoquées précédemment :

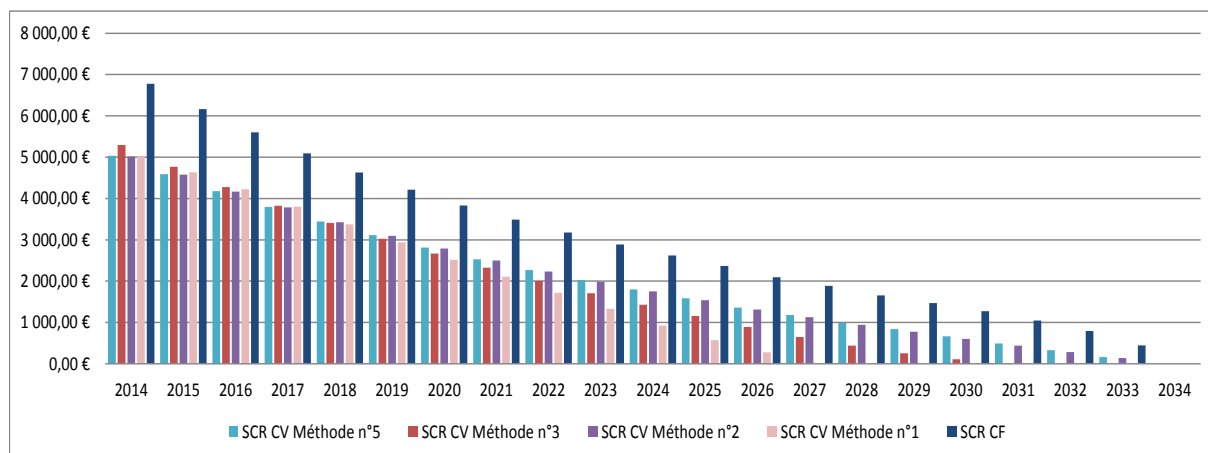


Figure 119: Comparaison du SCR selon les différentes méthodes de commissionnement variable optimal

Ce graphique permet de voir que la méthode n°5 permet de réduire fortement le montant du SCR par rapport à la méthode de commissionnement fixe.

En comparaison des autres méthodes de commissionnement variable évoquées précédemment, on peut noter que :

- A court terme (0 et 3 ans), on remarque que ces méthodes sont assez équivalentes. On note cependant que la méthode n°3 paraît être la méthode de commissionnement variable la moins efficace car elle mobilise davantage de SCR.
- A moyen-long terme, c'est la méthode n°5 qui semble être la moins efficace, bien que l'écart soit assez faible entre chacune des méthodes.

Bien que l'objectif de cette méthode ne soit pas de minimiser la valeur actuelle des SCR futurs mais de maximiser le surplus de l'assureur, on peut tout de même comparer ces méthodes de ce point de vue-là :

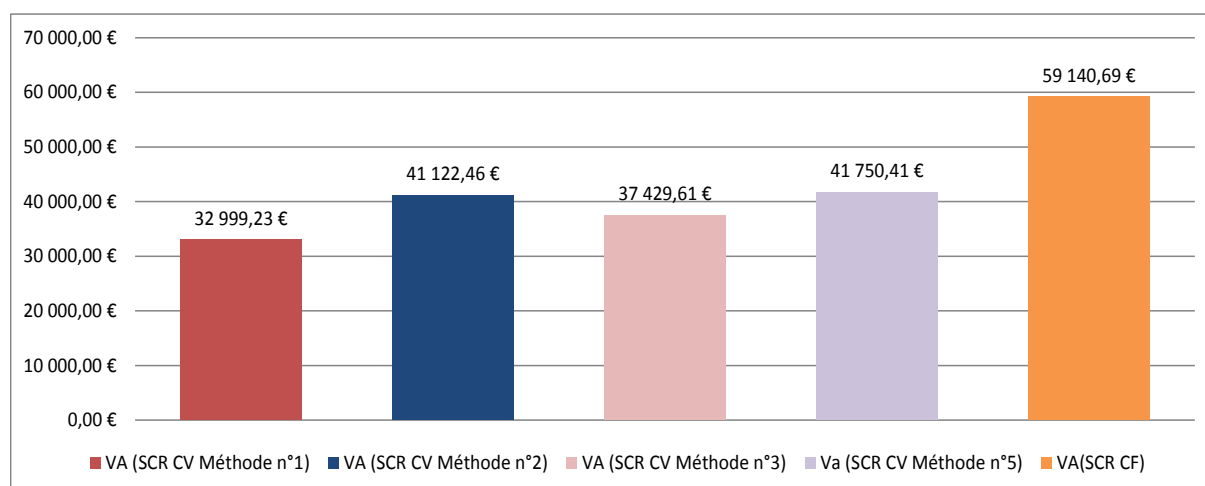


Figure 120: Comparaison de la valeur actuelle des SCR futurs selon les différentes méthodes de commissionnement variable optimal

On remarque que cette méthode est la moins efficace en termes de valeur actuelle probable des SCR futurs bien qu'assez proche de la méthode n°2. Elle permet néanmoins de minimiser de façon efficace le montant global du SCR.

En revanche, en termes de maximisation du surplus de l'assureur on obtient les résultats suivants :

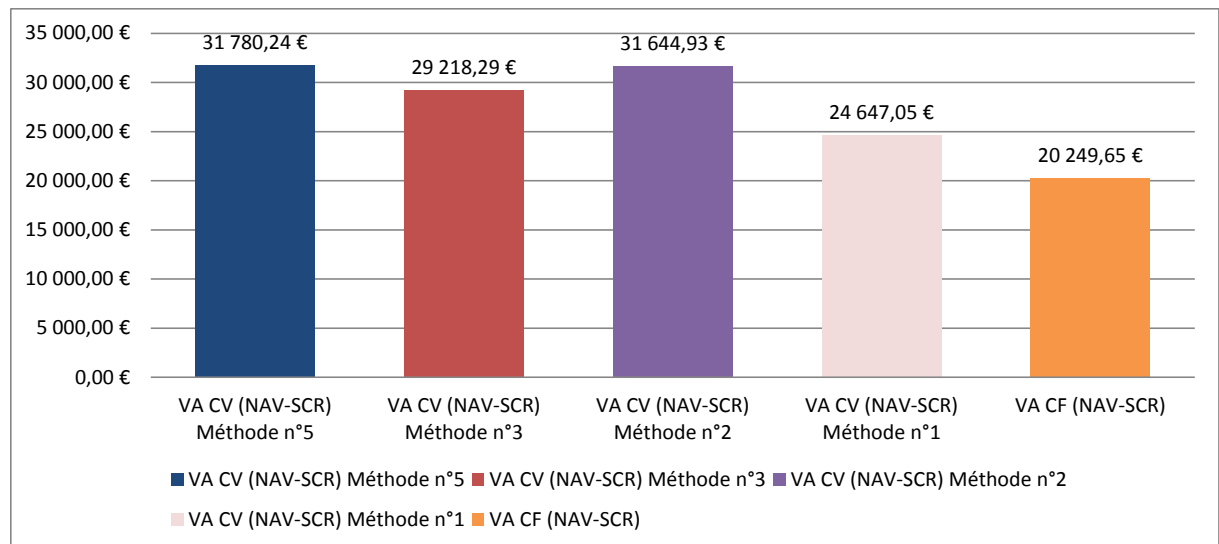


Figure 121: Comparaison de la valeur actuelle du surplus de l'assureur selon les différentes méthodes de commissionnement variable optimal

On remarque que la méthode n°5 est intéressante pour l'assureur car même si elle ne lui permet pas de minimiser son SCR, elle lui permet de maximiser son surplus.

III.2.3-Synthèse

Dans cette synthèse, il sera abordé uniquement les aspects purement techniques de ces différentes méthodes.

En termes de réduction du SCR global futur, la méthode n°1 est la plus efficace, puis suivent les méthodes N°3, 2 et 5. On rappelle que la méthode n°4 a abouti à une augmentation du SCR par rapport au mode de commissionnement fixe et n'a pas été retenue dans ces résultats.

Un élément important également pour l'assureur est le niveau de surplus dégagé par chacune des méthodes. On observe de ce point de vue-là que le classement de ces différentes méthodes étudiées est totalement inversé. En effet, la méthode n°5 est la meilleure en termes de surplus pour l'assureur puis suivent les méthodes n°2, 3, 1.

L'assureur doit alors arbitrer entre maximiser son surplus ou minimiser son SCR.

III.3- Discussions et recommandations

La réglementation Solvabilité 2 impose à l'assureur un niveau d'exigence de capital requis, le SCR, pour pouvoir faire face à ses engagements en cas de réalisation d'un risque imprévu dans l'année avec une probabilité de 1/200. L'objectif de l'assureur est donc de minimiser cette exigence de capital afin d'avoir plus de libertés. C'est dans cette optique que, dans le cadre des contrats emprunteurs, il a été question de rechercher un mode de rémunération variable des apporteurs permettant de réduire le SCR. Il a donc été créé différentes méthodes de commissionnement optimal, à la fois dans le cas d'une optimisation statique c'est-à-dire dans une vision à $t=0$ et dans le cas d'une optimisation dynamique, qui permet d'observer les montants des SCR futurs et de les minimiser tout au long de la projection du portefeuille d'emprunteurs.

En dehors de ces considérations techniques, l'assureur doit se confronter à des considérations pratiques et trouver un mode de commissionnement optimal permettant un partage du risque qui satisfera assureurs et apporteurs

Ainsi, la méthode d'optimisation n°1, que ce soit dans le cas statique ou dynamique, a un impact très positif en termes de réduction du SCR. En effet, comme il a été observé dans notre étude, la méthode n°1 constitue la deuxième meilleure méthode dans le cas d'une optimisation statique et la meilleure dans le cas de l'optimisation dynamique. Or, cette méthode n'est pas applicable en pratique, car elle crée un effet de levier et un déséquilibre dans le partage du risque entre assureurs et apporteurs. En effet, dans cette méthode, l'assureur transfère la totalité de son risque à l'apporteur, ce qui n'est pas envisageable pour ce dernier.

La méthode n°2 constitue la méthode la plus efficace en termes de réduction du SCR dans le cas de l'optimisation statique. Dans le cas de l'optimisation dynamique, elle constitue également une alternative crédible et efficace, même si elle est devancée légèrement par la méthode n°3. Par ailleurs, cette méthode paraît également une bonne solution en termes de simplicité car elle ne dépend que de deux variables que sont les primes et les sinistres, elle est donc plus facile à proposer aux apporteurs, d'autant plus qu'elle permet un partage de risque efficace entre assureurs et apporteurs.

La méthode n°3, ne constitue pas la plus efficace dans le cas de l'optimisation et semble être sur-paramétrée. En revanche, dans le cas de l'optimisation dynamique, cette méthode est la plus efficace (après la méthode n°1 que l'on élimine pour les raisons citées précédemment).

Cependant, cette méthode présente un défaut dans en termes de complexité, car elle dépend de trois paramètres ce qui paraît difficile à mettre en place vis-à-vis de l'apporteur, même si elle tient compte du partage de risque.

La méthode n°4 est une méthode intéressante dans sa simplicité de mise en œuvre dans la mesure où elle ne dépend que d'un seul et unique paramètre, le résultat technique pur. Elle est donc plus facile à vendre aux apporteurs. Cependant, cette méthode est la plus « mauvaise » en termes de réduction du montant du SCR, aussi bien dans le cas d'une optimisation statique que d'une optimisation dynamique.

Dans le cas de l'optimisation dynamique, cette méthode entraîne, au lieu de minimiser les SCR futurs, une augmentation de la valeur actuelle des SCR futurs par rapport au mode de

commissionnement fixe. Cette méthode a donc été remplacée par une 5^{ème} méthode dont l'objectif est de maximiser le surplus de l'assureur c'est-à-dire la différence entre les fonds propres et le SCR.

Cette méthode n'est pas la plus efficace en termes de réduction du SCR mais elle a permis de remarquer que la méthode n°2 permettait de maximiser le surplus de l'assureur tout en minimisant de façon tout à fait correcte en comparaison des autres méthodes le niveau de SCR.

On pourrait donc penser que la méthode n°2 serait la méthode de commissionnement variable idéale pour les assureurs et apporteurs pour trois raisons principales :

- Elle permet de réduire considérablement le montant du SCR par rapport au mode de commissionnement fixe.
- Elle assure également un niveau de surplus pour l'assureur très intéressant.
- Elle est simple à mettre en application et permet un partage de risque entre assureurs et apporteurs.

Conclusion

L'assurance des emprunteurs est un marché en plein essor et en constante évolution. Les réformes Lagarde et Hamon ont permis de faire évoluer ce marché et de développer la délégation d'assurance.

Dans le cadre de ce mémoire, il a été présenté la première étape fondamentale dans la mise en place d'un contrat emprunteur : la tarification du contrat. Ce mémoire a ainsi permis de mettre en place différentes méthodes de tarification en fonction du type de prêt : tarification en fonction du capital restant dû, tarification en fonction du capital initial et une tarification par mensualités de crédit. A partir de ces différentes méthodes, il a été effectué une étude de sensibilité des tarifs à partir de critères tels que l'âge de l'assuré ou le mode de remboursement du prêt.

La projection des comptes de résultat via un outil *Excel/VBA* a ensuite permis de déterminer la marge de solvabilité dans le référentiel Solvabilité 1.

L'entrée en vigueur de la directive Solvabilité 2 au 1er janvier 2016 conduit les assureurs à vouloir quantifier et piloter leur solvabilité dans ce référentiel en utilisant entre autres le niveau de SCR comme indicateur. Il a ainsi été projeté le *Best Estimate (BE)* et appliqué les différents chocs permettant le calcul du SCR.

L'objectif de tout assureur, proposant des nouveaux produits d'assurance, est de minimiser le montant du SCR. Il a donc été choisi d'étudier le mode de rémunération variable des apporteurs comme levier pour minimiser le SCR. Pour cela, il a été mis en place dans le cadre de ce mémoire différentes méthodes de commissionnement variable optimal par des méthodes statiques et dynamiques afin de répondre à cet objectif. D'un point de vue purement technique, on pourrait penser que les méthodes de commissionnement optimales sont les méthodes n°1 et 3.

Cependant, l'assureur se retrouve confronté à des problématiques autres que des considérations techniques. Tout d'abord, il doit faire attention à respecter un mécanisme de partage de risque entre assureurs et apporteurs. Ensuite, il doit quantifier un niveau de commissions qui convient à l'apporteur tout en respectant les contraintes de résultat de l'assureur. Enfin, d'un point de vue commercial, il doit simplifier au maximum le mode de commissionnement variable mis en place.

Ce mémoire a donc permis de définir un mode de commissionnement variable optimal permettant de contenter toutes les parties tout en respectant les contraintes commerciales et de résultat de l'assureur. Ce montant de commissionnement optimal obtenu sous ces contraintes peut alors différer du mode de commissionnement optimal purement technique. En effet, la méthode de commissionnement variable optimal n°2 qui définit le commissionnement variable comme un pourcentage des primes et des prestations s'avère être un bon compromis entre considérations techniques et commerciales.

Les résultats de ce mémoire sont néanmoins à analyser en tenant compte des limites du modèle. Le modèle prend pour hypothèse un taux de rachat statique. Il aurait été plus juste et conforme à la réalité de modéliser une loi de rachat anticipé lié à l'évolution du contexte économique car une des principales causes exogènes du rachat est le changement de la situation économique. Le portefeuille étudié est un portefeuille en *run-off* ce qui limite également notre étude. Enfin, les différentes méthodes de commissionnement variable obtenues, bien que permettant de minimiser le SCR, fonctionnent à condition de trouver un accord réel avec l'apporteur.

Bibliographie

Articles rattachés au sujet :

- \\ UFC Que Choisir (Août 2013). Concurrence sur le marché de l'assurance emprunteur : Encore de la marge..., 2-14.
- \\ Observatoire BAO de l'assurance emprunteur des crédits immobiliers (Mai 2014). Panorama des garanties et mesure de l'équivalence entre niveaux de garanties. 6-15.
- \\ INSPECTION GENERALE DES FINANCES (Novembre 2013). Assurance-Emprunteur. Rapport N°2013-M-086-02. Ministère de l'Economie et des Finances, 10-18.
- \\ Vion, A.S (Mai 2015). Assurance-Emprunteur : En changer peut rapporter gros. Les Echos.

Ouvrage:

- \\ ECHEVIN D., SANSON O. (Mai 2015) Comprendre et conseiller l'assurance emprunteur. L'Argus de l'assurance. Les Essentiels.

Mémoires d'actuariat :

- \\ AKAKPO-MAXWELL C. (2010). Etude de la rentabilité en assurance des emprunteurs – Analyse de l'impact des nouvelles règles Solvency 2 et IFRS. Mémoire, ISFA.
- \\ DE CUBBER MARYLENE (2011). Rentabilité et Tarification sous Solvabilité II : vers une évolution de l'offre produit. Mémoire, Université Paris-Dauphine.
- \\ CHAPUIS C. (2013). Spécificités et enjeux de l'assurance emprunteur. Mémoire, ISFA.
- \\ PRIMEL S. (2012). Tarification, Rentabilité et Impacts de Solvabilité II sur les contrats emprunteur - Application aux garanties Décès et Incapacité. Mémoire, Université Paris-Dauphine.
- \\ MOREAU C. (2012). Assurance Emprunteur : Analyse de l'impact de la nouvelle réglementation Solvabilité 2. Mémoire, Université de Strasbourg.

Supports de cours :

- \\ SICSIC M & PRAS I. Solvency 2
- \\ GUYON P. Comptabilité et Règlementation en assurance
- \\ SCHEID E. Théorie de l'assurance-vie

Sites Internet :

- \\ <http://www.latribune.fr/vos-finances/immobilier/20140606trib000833863/assurance-emprunteur-la-bataille-fait-rage-entre-assureurs-et-banquiers.html>.
La Tribune : Assurance emprunteur : la bataille fait rage entre assureurs et banquiers (Juin 2014).

- \\ <http://www.newsassurancespro.com/assurance-emprunteur-le-recours-a-la-delegation-augmente-fortement/0169288247>
Etude du courtier « Réassurez- moi » : La délégation d'assurance prend une part de plus en plus importante sur le marché.
- \\ <http://www.argusdelassurance.com/institutions/assurance-emprunteur-l-ufc-que-choisir-de-nouveau-debutee-sur-la-participation-aux-benefices.93469>.
Arqus de l'assurance :Le procès de l'UFC sur la participation aux bénéfices.
- \\ <http://www.quechoisir.org/argent-assurance/banque-credit/credit/actualite-assurance-emprunteur-equivalence-des-garanties-on-avance>
UFC Que Choisir (Mai 2015) : La loi Hamon permet de faciliter la délégation d'assurance.
- \\ <http://www.institutdesactuaires.com>
Institut des Actuaires (Mars 2014) : L'ORSA quelques exemples de pratiques actuarielles.
- \\ http://www.ffsa.fr/sites/jcms/p1_1556634/fr/convention-aeras-une-accessibilite-renforcee-a-lassurance-emprunteur-en-2014?cc=fn_7352
Etudes statistiques FFSA (Août 2015) : Une accessibilité renforcée à l'assurance emprunteur en 2014.
- \\ <https://eiopa.europa.eu/>
EIOPA : Spécifications techniques Solvabilité 2

Table des Annexes

Annexe N°1 : Les principaux textes de référence.....	132
Annexe N°2 : Table de mortalité réglementaire TH 00-02.....	134
Annexe N°3 : Courbe des taux EIOPA sans VA au 31/12/2014	137
Annexe N°4 : Méthode de commissionnement variable en fonction du ratio S/P	141
Annexe N°5 : Algorithme du Solveur Excel.....	142

Annexe N°1 : Les principaux textes de référence

\\ Article L.312-9 du Code de la consommation: Processus d'adhésion et de substitution des contrats d'assurance emprunteur

Lorsque le prêteur propose à l'emprunteur un contrat d'assurance en vue de garantir en cas de survenance d'un des risques que ce contrat définit, soit le remboursement total ou partiel du montant du prêt restant dû, soit le paiement de tout ou partie des échéances dudit prêt, les dispositions suivantes sont obligatoirement appliquées :

1° Au contrat de prêt est annexée une notice énumérant les risques garantis et précisant toutes les modalités de la mise en jeu de l'assurance ;

2° Toute modification apportée ultérieurement à la définition des risques garantis, aux modalités de la mise en jeu de l'assurance ou à la tarification du contrat est inopposable à l'emprunteur qui n'y a pas donné son acceptation ;

3° Lorsque l'assureur a subordonné sa garantie à l'agrément de la personne de l'assuré et que cet agrément n'est pas donné, le contrat de prêt est résolu de plein droit à la demande de l'emprunteur sans frais ni pénalité d'aucune sorte. Cette demande doit être présentée dans le délai d'un mois à compter de la notification du refus de l'agrément.

Jusqu'à la signature par l'emprunteur de l'offre définie à l'article L. 312-7, le prêteur ne peut pas refuser en garantie un autre contrat d'assurance dès lors que ce contrat présente un niveau de garantie équivalent au contrat d'assurance de groupe qu'il propose. Il en est de même lorsque l'emprunteur fait usage du droit de résiliation mentionné au premier alinéa de l'article L. 113-12-2 du code des assurances ou au deuxième alinéa de l'article L. 221-10 du code de la mutualité dans un délai de douze mois à compter de la signature de l'offre de prêt définie à l'article L. 312-7 du présent code. Au-delà de la période de douze mois susmentionnée, le contrat de prêt peut prévoir une faculté de substitution du contrat d'assurance en cas d'exercice par l'emprunteur du droit de résiliation d'un contrat d'assurance de groupe ou individuel mentionné à l'article L. 113-12 du code des assurances ou au premier alinéa de l'article L. 221-10 du code de la mutualité. Dans ce cas, l'existence d'une faculté de substitution ainsi que ses modalités d'application sont définies dans le contrat de prêt. Toute décision de refus doit être motivée.

Si l'offre définie à l'article L. 312-7 a été émise, le prêteur notifie à l'emprunteur sa décision d'acceptation ou de refus et lui adresse, s'il y a lieu, l'offre modifiée mentionnée à l'article L. 312-8, dans un délai de dix jours ouvrés à compter de la réception de la demande de substitution. Si l'emprunteur fait usage du droit de résiliation du contrat d'assurance dans le délai de douze mois à compter de la signature de l'offre de prêt définie à l'article L. 312-7, le prêteur notifie à l'emprunteur sa décision d'acceptation ou de refus dans un délai de dix jours ouvrés à compter de la réception d'un autre contrat d'assurance. En cas d'acceptation, le prêteur modifie par voie d'avenant le contrat de crédit conformément à l'article L. 312-14-1, en y mentionnant, notamment, le nouveau taux effectif global calculé, conformément à l'article L. 313-1, en se fondant sur les informations transmises par l'assureur délégué dans les conditions fixées au septième alinéa du présent article. Lorsque l'avenant comporte un ou plusieurs éléments chiffrés sur le coût de l'assurance, ce coût est exprimé selon les modalités définies à l'article L. 312-6-1. Le prêteur ne peut exiger de frais supplémentaires de l'emprunteur pour l'émission de cet avenant.

Un décret en Conseil d'Etat fixe les modalités selon lesquelles le prêteur établit l'offre modifiée mentionnée au même article L. 312-8 et définit les conditions dans lesquelles le prêteur et l'assureur délégué s'échangent les informations préalables à la souscription des contrats.

Le prêteur ne peut, en contrepartie de son acceptation en garantie d'un contrat d'assurance autre que le contrat d'assurance qu'il propose, y compris en cas d'exercice du droit de résiliation en application du premier alinéa de l'article L. 113-12-2 du code des assurances ou du deuxième alinéa de l'article L. 221-10 du code de la mutualité ni modifier le taux, qu'il soit fixe ou variable, ou les conditions d'octroi du crédit, prévus dans l'offre définie à l'article L. 312-7, ni exiger le paiement de frais supplémentaires, y compris les frais liés aux travaux d'analyse de cet autre contrat d'assurance.

L'assureur est tenu d'informer le prêteur du non-paiement par l'emprunteur de sa prime d'assurance ou de toute modification substantielle du contrat d'assurance.

NOTA : Conformément à l'article 54 VI de la loi n° 2014-344 du 17 mars 2014, le I de l'article 54 de la présente loi est applicable aux offres de prêts émises à compter du 26 juillet 2014.

\\ Article L. 312-32-1 du Code de la consommation : Les pénalités en cas de non-respect des obligations au moment de l'adhésion

Le prêteur qui ne respecte pas l'une des obligations relatives lui incombant au titre des cinquièmes et sixièmes alinéas de l'article L.312-9 est puni d'une amende de 3 000 €.

\\ Article L. 113-12-2 du Code des assurances : La substitution du contrat d'assurance emprunteur dans les douze mois suivant la signature du prêt

Lorsque le contrat d'assurance a pour objet de garantir, en cas de survenance d'un des risques que ce contrat définit, soit le remboursement total ou partiel du montant restant dû au titre d'un prêt mentionné à l'article L. 312-2 du code de la consommation, soit le paiement de tout ou partie des échéances dudit prêt, l'assuré peut résilier le contrat dans un délai de douze mois à compter de la signature de l'offre de prêt définie à l'article L. 312-7 du même code. L'assuré notifie à l'assureur ou à son représentant sa demande de résiliation par lettre recommandée au plus tard quinze jours avant le terme de la période de douze mois susmentionnée. L'assuré notifie également à l'assureur par lettre recommandée la décision du prêteur prévue au sixième alinéa de l'article L. 312-9 du même code ainsi que la date de prise d'effet du contrat d'assurance accepté en substitution par le prêteur. En cas d'acceptation par le prêteur, la résiliation du contrat d'assurance prend effet dix jours après la réception par l'assureur de la décision du prêteur ou à la date de prise d'effet du contrat accepté en substitution par le prêteur si celle-ci est postérieure. En cas de refus par le prêteur, le contrat d'assurance n'est pas résilié.

Ce droit de résiliation appartient exclusivement à l'assuré.

Pendant toute la durée du contrat d'assurance et par dérogation à l'article L. 113-4, l'assureur ne peut pas résilier ce contrat d'assurance pour cause d'aggravation du risque, sauf dans certaines conditions définies par décret en Conseil d'Etat, résultant d'un changement de comportement volontaire de l'assuré.

NOTA : Conformément à l'article 54 VI de la loi n° 2014-344 du 17 mars 2014, ces dispositions sont applicables aux contrats souscrits à compter du 26 juillet 2014.

Annexe N°2 : Table de mortalité réglementaire TH 00-02

TH 00-02		
Age	lx	qx
0	100 000	0,15%
1	99 511	0,01%
2	99 473	0,01%
3	99 446	0,01%
4	99 424	0,01%
5	99 406	0,00%
6	99 390	0,00%
7	99 376	0,00%
8	99 363	0,00%
9	99 350	0,00%
10	99 338	0,00%
11	99 325	0,00%
12	99 312	0,00%
13	99 296	0,01%
14	99 276	0,01%
15	99 250	0,01%
16	99 213	0,02%
17	99 163	0,02%
18	99 097	0,02%
19	99 015	0,03%
20	98 921	0,03%
21	98 820	0,03%
22	98 716	0,03%
23	98 612	0,03%
24	98 509	0,03%
25	98 406	0,03%
26	98 303	0,03%
27	98 198	0,03%
28	98 091	0,03%
29	97 982	0,03%
30	97 870	0,03%
31	97 756	0,04%
32	97 639	0,04%
33	97 517	0,04%
34	97 388	0,04%
35	97 249	0,05%
36	97 100	0,05%
37	96 939	0,05%
38	96 765	0,06%

39	96 576	0,06%
40	96 369	0,07%
41	96 141	0,08%
42	95 887	0,09%
43	95 606	0,10%
44	95 295	0,11%
45	94 952	0,12%
46	94 575	0,13%
47	94 164	0,14%
48	93 720	0,15%
49	93 244	0,16%
50	92 736	0,17%
51	92 196	0,19%
52	91 621	0,20%
53	91 009	0,21%
54	90 358	0,23%
55	89 665	0,25%
56	88 929	0,26%
57	88 151	0,28%
58	87 329	0,30%
59	86 460	0,32%
60	85 538	0,34%
61	84 558	0,37%
62	83 514	0,40%
63	82 399	0,43%
64	81 206	0,47%
65	79 926	0,52%
66	78 552	0,56%
67	77 078	0,61%
68	75 501	0,67%
69	73 816	0,73%
70	72 019	0,80%
71	70 105	0,87%
72	68 070	0,95%
73	65 914	1,04%
74	63 637	1,13%
75	61 239	1,23%
76	58 718	1,35%
77	56 072	1,48%
78	53 303	1,63%
79	50 411	1,80%
80	47 390	2,00%
81	44 234	2,23%
82	40 946	2,49%
83	37 546	2,78%
84	34 072	3,08%

85	30 575	3,41%
86	27 104	3,76%
87	23 707	4,14%
88	20 435	4,55%
89	17 338	4,97%
90	14 464	5,42%
91	11 852	5,89%
92	9 526	6,39%
93	7 498	6,92%
94	5 769	7,48%
95	4 331	8,07%
96	3 166	8,69%
97	2 249	9,34%
98	1 549	10,01%
99	1 032	10,73%
100	663	11,45%
101	410	12,15%
102	244	12,91%
103	139	13,81%
104	75	14,40%
105	39	15,38%
106	19	15,79%
107	9	16,67%
108	4	15,00%
109	2	15,00%
110	1	30,00%
111		
112		

Annexe N°3 : Courbe des taux EIOPA sans VA au 31/12/2014

Maturité	Courbe des taux EIOPA	Courbe des taux choc hausse	Courbe des taux choc baisse
0	0,00%	0,00%	0,00%
1	0,06%	1,06%	0,02%
2	0,08%	1,08%	0,03%
3	0,12%	1,12%	0,05%
4	0,18%	1,18%	0,09%
5	0,26%	1,26%	0,14%
6	0,34%	1,34%	0,20%
7	0,43%	1,43%	0,26%
8	0,53%	1,53%	0,34%
9	0,63%	1,63%	0,42%
10	0,72%	1,72%	0,50%
11	0,82%	1,82%	0,57%
12	0,90%	1,90%	0,64%
13	0,97%	1,97%	0,70%
14	1,02%	2,02%	0,73%
15	1,08%	2,08%	0,79%
16	1,12%	2,12%	0,81%
17	1,16%	2,16%	0,84%
18	1,20%	2,20%	0,86%
19	1,23%	2,23%	0,87%
20	1,27%	2,27%	0,90%
21	1,31%	2,31%	0,93%
22	1,36%	2,36%	0,97%
23	1,42%	2,42%	1,02%
24	1,49%	2,49%	1,06%
25	1,55%	2,55%	1,11%
26	1,61%	2,61%	1,16%
27	1,68%	2,68%	1,21%
28	1,74%	2,74%	1,25%
29	1,80%	2,80%	1,30%
30	1,86%	2,86%	1,35%
31	1,92%	2,92%	1,39%
32	1,98%	2,98%	1,44%
33	2,04%	3,04%	1,48%
34	2,09%	3,09%	1,52%
35	2,14%	3,14%	1,56%
36	2,19%	3,19%	1,60%
37	2,24%	3,24%	1,64%
38	2,28%	3,28%	1,67%
39	2,33%	3,33%	1,71%
40	2,37%	3,37%	1,74%
41	2,41%	3,41%	1,78%

42	2,45%	3,45%	1,81%
43	2,49%	3,49%	1,84%
44	2,53%	3,53%	1,87%
45	2,56%	3,56%	1,90%
46	2,60%	3,60%	1,93%
47	2,63%	3,63%	1,96%
48	2,66%	3,66%	1,98%
49	2,69%	3,69%	2,01%
50	2,72%	3,72%	2,04%
51	2,75%	3,75%	2,06%
52	2,77%	3,77%	2,08%
53	2,80%	3,80%	2,11%
54	2,83%	3,83%	2,13%
55	2,85%	3,85%	2,15%
56	2,87%	3,87%	2,17%
57	2,90%	3,90%	2,19%
58	2,92%	3,92%	2,21%
59	2,94%	3,94%	2,24%
60	2,96%	3,96%	2,25%
61	2,98%	3,98%	2,27%
62	3,00%	4,00%	2,29%
63	3,02%	4,02%	2,31%
64	3,04%	4,04%	2,33%
65	3,06%	4,06%	2,35%
66	3,07%	4,07%	2,36%
67	3,09%	4,09%	2,38%
68	3,11%	4,11%	2,40%
69	3,12%	4,12%	2,41%
70	3,14%	4,14%	2,43%
71	3,15%	4,15%	2,44%
72	3,17%	4,17%	2,46%
73	3,18%	4,18%	2,47%
74	3,19%	4,19%	2,49%
75	3,21%	4,21%	2,50%
76	3,22%	4,22%	2,52%
77	3,23%	4,23%	2,53%
78	3,24%	4,24%	2,55%
79	3,26%	4,26%	2,56%
80	3,27%	4,27%	2,57%
81	3,28%	4,28%	2,59%
82	3,29%	4,29%	2,60%
83	3,30%	4,30%	2,61%
84	3,31%	4,31%	2,62%
85	3,32%	4,32%	2,64%
86	3,33%	4,33%	2,65%
87	3,34%	4,34%	2,66%

88	3,35%	4,35%	2,67%
89	3,36%	4,36%	2,69%
90	3,37%	4,37%	2,70%
91	3,38%	4,38%	2,70%
92	3,39%	4,39%	2,71%
93	3,40%	4,40%	2,72%
94	3,41%	4,41%	2,73%
95	3,42%	4,42%	2,73%
96	3,42%	4,42%	2,74%
97	3,43%	4,43%	2,75%
98	3,44%	4,44%	2,75%
99	3,45%	4,45%	2,76%
100	3,45%	4,45%	2,76%
101	3,46%	4,46%	2,77%
102	3,47%	4,47%	2,77%
103	3,48%	4,48%	2,78%
104	3,48%	4,48%	2,79%
105	3,49%	4,49%	2,79%
106	3,50%	4,50%	2,80%
107	3,50%	4,50%	2,80%
108	3,51%	4,51%	2,81%
109	3,52%	4,52%	2,81%
110	3,52%	4,52%	2,82%
111	3,53%	4,53%	2,82%
112	3,53%	4,53%	2,83%
113	3,54%	4,54%	2,83%
114	3,55%	4,55%	2,84%
115	3,55%	4,55%	2,84%
116	3,56%	4,56%	2,85%
117	3,56%	4,56%	2,85%
118	3,57%	4,57%	2,85%
119	3,57%	4,57%	2,86%
120	3,58%	4,58%	2,86%
121	3,58%	4,58%	2,87%
122	3,59%	4,59%	2,87%
123	3,59%	4,59%	2,87%
124	3,60%	4,60%	2,88%
125	3,60%	4,60%	2,88%
126	3,61%	4,61%	2,89%
127	3,61%	4,61%	2,89%
128	3,62%	4,62%	2,89%
129	3,62%	4,62%	2,90%
130	3,63%	4,63%	2,90%
131	3,63%	4,63%	2,90%
132	3,63%	4,63%	2,91%
133	3,64%	4,64%	2,91%

134	3,64%	4,64%	2,91%
135	3,65%	4,65%	2,92%
136	3,65%	4,65%	2,92%
137	3,66%	4,66%	2,92%
138	3,66%	4,66%	2,93%
139	3,66%	4,66%	2,93%
140	3,67%	4,67%	2,93%
141	3,67%	4,67%	2,94%
142	3,67%	4,67%	2,94%
143	3,68%	4,68%	2,94%
144	3,68%	4,68%	2,95%
145	3,69%	4,69%	2,95%
146	3,69%	4,69%	2,95%
147	3,69%	4,69%	2,95%
148	3,70%	4,70%	2,96%
149	3,70%	4,70%	2,96%
150	3,70%	4,70%	2,96%

Annexe N°4 : Méthode de commissionnement variable en fonction du ratio S/P

Tableau 2: Commissions fixes de 20%		
S/P		Taux de commission
>	<=	
0	32%	33%
32%	33%	32%
33%	34%	31%
34%	35%	30%
35%	36%	30%
36%	37%	29%
37%	38%	28%
38%	39%	27%
39%	40%	26%
40%	41%	26%
41%	42%	25%
42%	43%	24%
43%	44%	23%
44%	45%	22%
45%	46%	22%
46%	47%	21%
47%	48%	20%
48%	49%	19%
49%	50%	18%
50%	51%	18%
51%	52%	17%
52%	53%	16%
53%	54%	15%
54%	55%	14%
55%	56%	14%
56%	57%	13%
57%	58%	12%
58%	59%	11%
59%	60%	10%
60%	61%	9%
61%	62%	8%
62%	63%	7%
63%	64%	6%
64%	65%	5%
65%	66%	4%
66%	67%	3%
67%	68%	2%
68%	69%	1%
69%	70%	0%
70%	71%	0%
71%	72%	0%
72%	73%	0%
73%	74%	0%
74%	75%	0%
75%	76%	0%
76%	77%	0%
77%	78%	0%
78%	79%	0%
79%	80%	0%
80%	81%	0%
81%	82%	0%
82%	83%	0%
83%	84%	0%
84%	85%	0%
85%	86%	0%
86%	87%	0%
87%	88%	0%
88%	89%	0%
89%	90%	0%
90%	91%	0%
91%	92%	0%
92%	93%	0%
93%	94%	0%
94%	95%	0%
95%	96%	0%
96%	97%	0%
97%	98%	0%
98%	99%	0%
99%	100%	0%

Annexe N°5 : Algorithme du Solveur Excel

Le solveur *Excel* utilise la méthode du Gradient Réduit Généralisé (GRG) dans le cas où les contraintes ne sont pas linéaires.

Soit le programme d'optimisation suivant :

$$\begin{array}{l} \text{Min } \varnothing(p) \\ \text{s.c. : } \left\{ \begin{array}{l} c_i(p) \leq 0 \quad \forall i = 1, \dots, m_i \\ h_i(p) = 0 \quad \forall i = 1, \dots, m_e \\ p \in R^n \end{array} \right. \end{array}$$

La fonction \varnothing peut désigner une combinaison de plusieurs critères. Les expressions c_i et h_i désignent les contraintes auxquelles est soumis le vecteur p des paramètres. Elles peuvent être soit de type géométrique, imposant des limites sur les variations des paramètres, soit représenter un critère d'optimisation. C'est en particulier le cas lorsque la vérification d'un critère équivaut à la nullité de sa fonction coût (contrainte d'égalité). Les fonctions, \varnothing , c_i et h_i sont supposées continûment différentiables.

Supposons que le programme d'optimisation ne soit soumis qu'à des contraintes d'égalités. On notera le vecteur des contraintes h par :

$$h(p) = [h_1(p), \dots, h_{m_e}(p)]^T$$

On supposera que l'on dispose d'un point p_k vérifiant $h(p_k)$, et que $\{\nabla h_i(p_k) \mid i = 1, \dots, m_e\}$, est une famille de vecteurs linéairement indépendants. Il existe alors une matrice $\nabla_B h$, inversible de dimension $m_e * m_e$, et une matrice $\nabla_N h$ de dimension $m_e * (n - m_e)$, telles que :

$$\nabla h(p_k) = \begin{bmatrix} \nabla h_1^T(p_k) \\ \vdots \\ \nabla h_{m_e}^T(p_k) \end{bmatrix}$$

Le vecteur p peut s'écrire : $p^T = [p_1, \dots, p_{m_e}, p_{m_e+1}, \dots, p_n]^T = [p_B, p_N]^T$ faisant ainsi apparaître les variables dépendantes p_B (variables de base) et les variables indépendantes p_N . On utilise alors le théorème des fonctions implicites pour se ramener à un problème à $n - m_e$ inconnues, en écrivant :

$$p_N(p_B) \text{ tel que : } h(p_N, p_B) = 0$$

La projection du gradient de \varnothing sur l'espace des variables indépendantes (appelé gradient réduit généralisé) est donnée par :

$$\nabla_N \varnothing(p_N) = \frac{\partial \varnothing}{\partial p_N}(p_N, p_B(p_N)) + \left(\frac{\partial p_B}{\partial p_N} \right)^T \frac{\partial \varnothing}{\partial p_B}(p_N, p_B(p_N))$$

Le vecteur $\partial p_B / \partial p_N$ est obtenu en dérivant la contrainte :

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial p_B}{\partial p_N} \end{pmatrix}^T = -(\nabla_B h)^{-1} \nabla_N h$$

Où : $\nabla_N h$ désigne la matrice $(n - m_e) * m_e$ complémentaire de ∇h . On obtient finalement la projection de $\nabla \phi$ sous la forme :

$$\nabla_N \phi(p_N) = \nabla_N \phi(p) - (\nabla_B h)^{-1} \nabla_N h \nabla_B \phi(p)$$

Ce gradient permet de calculer une direction de descente d_N par une méthode de minimisation sans contrainte en raisonnant sur les variables indépendantes. On a alors les itérations suivantes :

$$p_N^{k+1} = p_N^k + \lambda d_N$$

Le problème est de déterminer p_B^{k+1} . On a une prédiction au premier ordre donnée par :

$$\hat{p}_B^{k+1} = p_B^k - (\nabla_B h)^{-1} \nabla_N h d_N$$

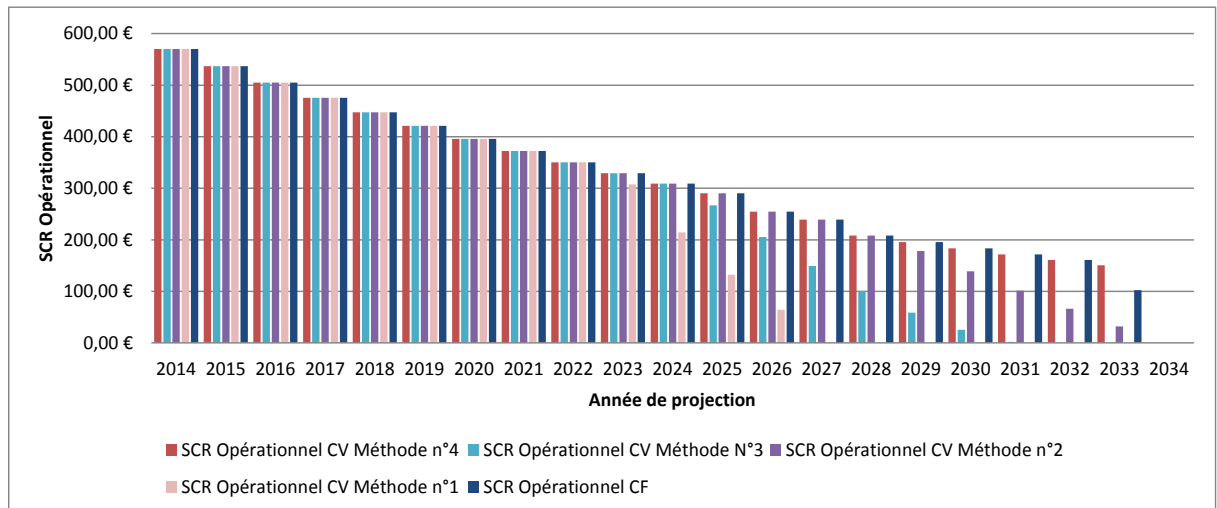
A cause de la courbure des contraintes, $h(p_N^{k+1}, \hat{p}_B^{k+1})$ est en général non nul. Il faut alors résoudre les m_e équations non linéaires à m_e inconnues :

$$h_i(p_N^{k+1}, y_B) = 0, y_B \in R^{m_e}$$

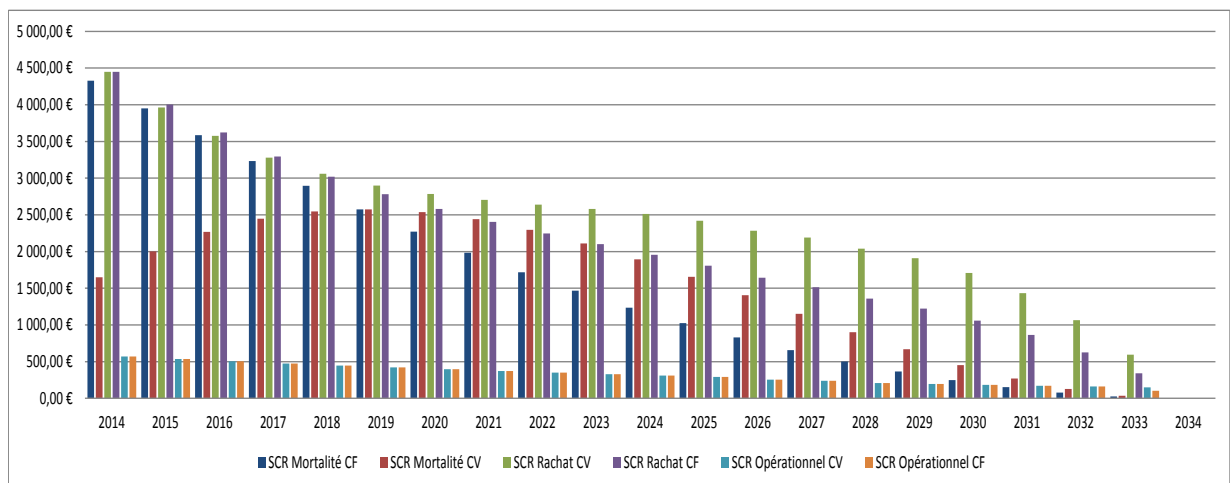
Cet algorithme est considéré comme un des plus performants lorsqu'il est utilisé en combinaison avec une méthode de quasi-Newton de type BFGS. Néanmoins, l'étape précédente dite de « restauration de faisabilité » constitue la principale difficulté de cette méthode.

Annexe N°6 : Détails des résultats de la Méthode n°4 dans le cadre de l'optimisation dynamique

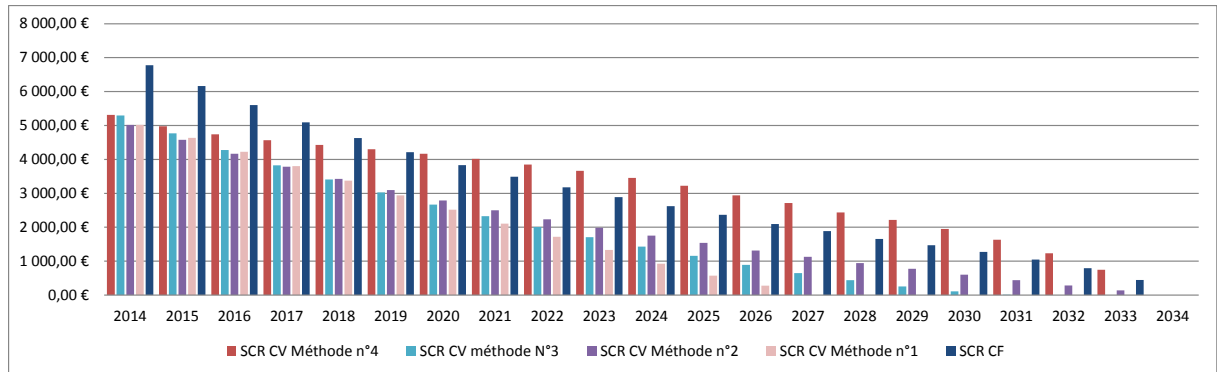
- Comparaison des montants de SCR Opérationnel selon les différents mode de commissionnement variable optimal



- Comparaison entre les montants des différents modules de SCR calculés sur la base de commissions fixes et les montants de SCR sur la base de la méthode de commissionnement variable optimal



- Comparaison du montant du SCR selon les différentes méthodes de commissionnement variable optimal



- Comparaison de la valeur actuelle des SCR futurs selon les différentes méthodes de commissionnement variable optimal

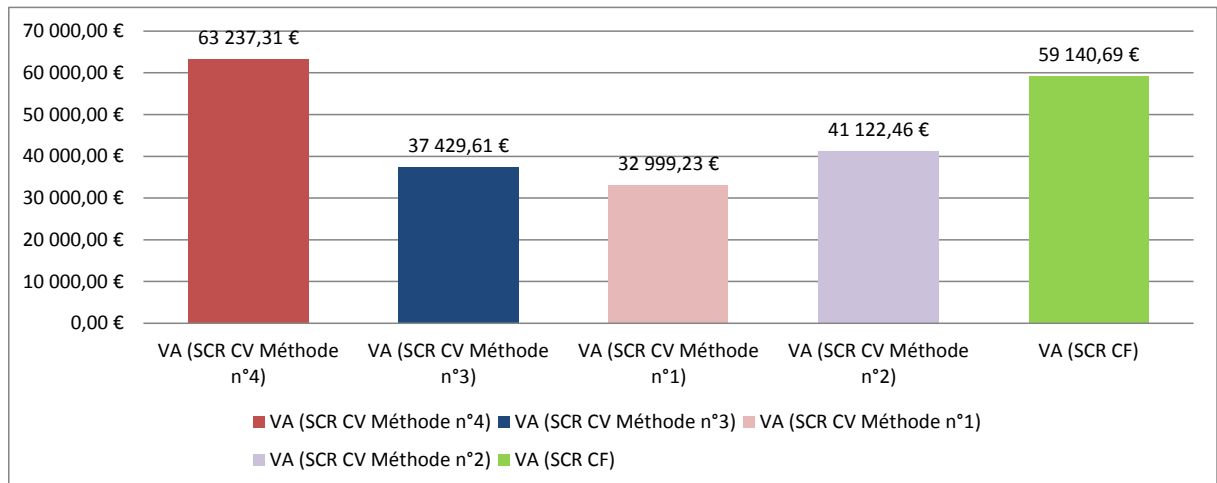


Table des illustrations

FIGURE 1: COMPARAISON DES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL EN TERMES DE REDUCTION DU SCR EN 2014.....	5
FIGURE 2: COMPARAISON DES MONTANTS DU SCR SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE ISSUES DE L'OPTIMISATION DYNAMIQUE.....	6
FIGURE 3: COMPARAISON DE LA VALEUR ACTUELLE DES SCR FUTURS SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	6
FIGURE 4: COMPARAISON DE LA VALEUR ACTUELLE DES SURPLUS FUTURS DE L'ASSUREUR SELON LES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	7
FIGURE 5: LES ACTEURS DU MARCHE DE L'ASSURANCE EMPRUNTEUR.....	21
FIGURE 6 : GRILLE DES DIFFERENTS NIVEAUX DE TESTS MEDICAUX	24
FIGURE 7 : TABLEAU PRET AMORTISSEMENTS CONSTANTS	31
FIGURE 8: TABLEAU COMPARATIF TAUX DE PRIME PURE CI ET CRD.....	32
FIGURE 9: COMPARAISON DES PRIMES VERSEES SELON LES METHODES DE TARIFICATIONS CI ET CRD	33
FIGURE 10 : TABLEAU MONTANT TOTAL DES PRIMES PURES MENSUELLES SUR CRD ET SUR CI	33
FIGURE 11 : GRAPHIQUE TARIFICATION EN % DU CRD.....	34
FIGURE 12 : GRAPHIQUE TARIFICATION EN % DU CAPITAL INTERNE	34
FIGURE 13 : TABLEAU IMPACT DE L'AGE SUR TAUX DE PRIME PURE CI ET CRD	35
FIGURE 14 : GRAPHIQUE EVOLUTION DU CAPITAL RESTANT DU	35
FIGURE 15 : GRAPHIQUE EVOLUTION DES COTISATIONS (SOURCE FFSA)	36
FIGURE 16 : COTISATIONS 2013 SELON LE TYPE DE PRET (SOURCE FFSA)	37
FIGURE 17 : GRAPHIQUE REPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRE PAR TYPE DE CONTRAT (SOURCE FFSA).....	38
FIGURE 18 : GRAPHIQUE REPRESENTANT LA PART DE MARCHE DE LA DELEGATION D'ASSURANCE (SOURCE FFSA)	39
FIGURE 19 : TABLEAU EXTRAIT BASE DE DONNEES CLIENTS.....	42
FIGURE 20 : GRAPHIQUE EVOLUTION PRIMES/PRESTATIONS - GARANTIE DECES	45
FIGURE 21 : TABLEAU COMPTE DE RESULTAT POUR UN INDIVIDU AYANT CONTRACTE UN PRET DE 100 000 € SUR 20 ANS AU TAUX 3,75 %	46
FIGURE 22: GRAPHIQUE RESULTAT HORS COMMISSIONS.....	47
FIGURE 23 : GRAPHIQUE RESULTAT Y COMPRIS COMMISSIONS.....	48
FIGURE 24: GRAPHIQUE DE L'EVOLUTION DE L'EMS PENDANT LA DUREE RESIDUELLE DU PRET	49
FIGURE 25 : TABLEAU TAUX DE PRIME PURE CALCULE SELON CRD ET CI.....	52
FIGURE 26 : TABLEAU COMPTE DE RESULTAT COMPTABLE DE L'ASSUREUR	53
FIGURE 27 : GRAPHIQUE EVOLUTION PRIMES/PRESTATIONS - GARANTIE DECES	53
FIGURE 28 : TABLEAU NIVEAU DE FONDS PROPRES NECESSAIRES.....	53
FIGURE 29 : GRAPHIQUE EVOLUTION EMS PENDANT DUREE CONTRAT.....	54
FIGURE 30 : TABLEAU FLUX ACTIONNAIRES.....	54
FIGURE 31 : COURBE D'EVOLUTION DES FLUX ACTIONNAIRES PENDANT LA DUREE DE VIE DU PORTEFEUILLE.....	54
FIGURE 32 : GRAPHIQUE PART DE RESULTAT DANS L'EMS.....	55
FIGURE 33 : TABLEAU RATIO SINISTRES/ PRIMES	55
FIGURE 34 : GRAPHIQUE EVOLUTION NPV PENDANT LA DUREE DE VIE DU PORTEFEUILLE	56
FIGURE 35 : GRAPHIQUE MODELISATION NPV.....	57
FIGURE 36 : LES 3 PILIERS DE SOLVABILITE 2.....	58
FIGURE 37: DECOMPOSITION DU SCR SELON SES DIFFERENTS MODULES.....	61
FIGURE 38: MATRICE DE CORRELATION DU BSCR	62
FIGURE 39: MATRICE DE CORRELATION DU SCR DE SOUSCRIPTION VIE.....	63
FIGURE 40: COMPARAISON BE CENTRAL ET BE CHOC MORTALITE A T=0	67
FIGURE 41: DECOMPOSITION DU SCR VIE DANS LE CAS DU MODE DE COMMISSIONNEMENT FIXE.....	68
FIGURE 42: COMPARAISON DES COURBES DES TAUX EIOPA.....	69

FIGURE 43: SCR PAR MODULES DE RISQUE	69
FIGURE 44: COMPARAISON ENTRE EMS ET SCR	70
FIGURE 45: COMPARATIF DES FLUX ACTIONNAIRES S1 ET S2	71
FIGURE 46: COMPARAISON DES NPV S1 ET S2	71
FIGURE 47: PART DU RESULTAT DANS LE SCR.....	72
FIGURE 48: TABLEAU COMPARATIF DES SCR SELON DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE	73
FIGURE 49: COMPARAISON DU SCR SELON LE MODE DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE.....	73
FIGURE 50 : GRAPHIQUE COMPARATIF EVOLUTION COMMISSIONS VARIABLES AVEC CELLE COMMISSIONS FIXES	75
FIGURE 51 : GRAPHIQUE COMPARATIF EVOLUTION SOLDES DE TRESORERIE CF ET CV	76
FIGURE 52 : TABLEAU COMPARATIF, MODULE PAR MODULE, DU SCR VIE SELON LES DEUX MODES DE COMMISSIONNEMENT	77
FIGURE 53 : GRAPHIQUE SCR SOUSCRIPTION VIE	77
FIGURE 54 : GRAPHIQUE SCR GLOBAL PAR METHODE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	78
FIGURE 55 : GRAPHIQUE FONDS PROPRES COMMISSIONNEMENT FIXE ET COMMISSIONNEMENT VARIABLE	78
FIGURE 56 : GRAPHIQUES IMPACTS METHODE 2 SUR LE VERSEMENT DES COMMISSIONS VARIABLES.....	80
FIGURE 57 : GRAPHIQUE IMPACT METHODE 2 SUR SOLDE TRESORERIE	80
FIGURE 58 : TABLEAU DE CALCUL DU SCR VIE SELON DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT	81
FIGURE 59 : GRAPHIQUE DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT ET SCR MARCHE.....	81
FIGURE 60 : GRAPHIQUE EVOLUTION PRIMES ACQUISES ET RISQUES.....	83
FIGURE 61 : GRAPHIQUE RESULTAT TECHNIQUE PUR.....	83
FIGURE 62 : GRAPHIQUE IMPACT DE LA METHODE SUR LES VERSEMENTS DES COMMISSIONNEMENTS VARIABLES.....	84
FIGURE 63 : COMPARAISON SCR VIE SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSION VARIABLE OPTIMAL	85
FIGURE 64 : SCR SELON LES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT	85
FIGURE 65: COMPARAISON SCR METHODES N°3 ET N°3 BIS.....	86
FIGURE 66 : GRAPHIQUE EVOLUTION DU PAIEMENT DES COMMISSIONS VARIABLES PAR RAPPORT AUX COMMISSIONS FIXES	87
FIGURE 67 : GRAPHIQUE EVOLUTION DU SOLDE DE TRESORERIE SELON LA METHODE N°4	87
FIGURE 68 : TABLEAU RESULTATS OBTENUS POUR LE SCR VIE PAR CETTE METHODE DE COMMISSIONNEMENT	88
FIGURE 69 : GRAPHIQUE : SCR VIE SELON LES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT	88
FIGURE 70 : GRAPHIQUE SCR GLOBAL ET MODE DE COMMISSION SIMPLIFIE.....	89
FIGURE 71 : GRAPHIQUE SCR ET LES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT	89
FIGURE 72 : TABLEAU DES PRIMES CHOQUEES DES CINQ PREMIERES ANNEES DE PROJECTION.....	91
FIGURE 73 : GRAPHIQUE COMPARAISON DES PRESTATIONS CHOQUEES AVEC LES NON CHOQUEES	91
FIGURE 74 : GRAPHIQUE DIFFERENCE ENTRE LES FLUX SORTANTS ET ENTRANTS, A DIFFERENTES ANNEES D'APPLICATION DU CHOC....	92
FIGURE 75 : GRAPHIQUE COMPARAISON COMMISSIONS FIXES ET VARIABLES METHODE N°1	94
FIGURE 76 : GRAPHIQUE EVOLUTION DU RESULTAT ENTRE LES COMMISSIONS FIXES ET LES COMMISSIONS VARIABLES OPTIMALES	95
FIGURE 77 : GRAPHIQUE COMPARAISON BE CENTRAL AVEC LES BE CHOQUES EN MORTALITE	96
FIGURE 78: COMPARAISON BE CENTRAL ET BE FUTURS	97
FIGURE 79 : TABLEAU SCR MORTALITE CF ET SCR MORTALITE CV METHODE 2	97
FIGURE 80 : GRAPHIQUE COMPARATIF DES SCR MORTALITE SUR LA BASE DE COMMISSIONS FIXES ET VARIABLES	98
FIGURE 81 : GRAPHIQUE EVOLUTION DU BE CHOQUE AVEC COMMISSIONS VARIABLES ET LE BE CHOQUE AVEC COMMISSIONS FIXES	99
FIGURE 82 : GRAPHIQUE COMPARAISON SCR RACHAT CV ET SCR RACHAT CF	100
FIGURE 83 : TABLEAU COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL ET SCR OPERATIONNEL.....	101
FIGURE 84 : GRAPHIQUE EVOLUTION SCR OPERATIONNEL CF ET SCR OPERATIONNEL CV	101
FIGURE 85 : GRAPHIQUE IMPACTS SUR CHACUN DES SCR DU CHANGEMENT DE MODE DE COMMISSIONNEMENT	102
FIGURE 86 : TABLEAU MONTANTS SCR GLOBAL FUTURS AVEC METHODE COMMISSIONNEMENT FIXE ET AVEC COMMISSIONNEMENT VARIABLE DYNAMIQUE.....	102
FIGURE 87 : GRAPHIQUE CORRESPONDANT SUR L'ENSEMBLE DE LA PROJECTION	102
FIGURE 88 : GRAPHIQUE COMPARAISON VALEURS ACTUELLES DES SCR FUTURS ENTRE LE MODE DE COMMISSIONNEMENT FIXE ET LE MODE DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE.....	103
FIGURE 89 : GRAPHIQUE DES VERSEMENTS DES COMMISSIONS VARIABLES OPTIMALES POUR LES METHODES N°1 ET N°2 ET COMMISSIONS FIXES.....	104

FIGURE 90 : GRAPHIQUE IMPACT DE LA METHODE 2 SUR LE SOLDE DE TRESORERIE.....	105
FIGURE 91 : TABLEAU IMPACT DU PASSAGE DU MODE DE COMMISSIONNEMENT FIXE AUX MODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL POUR LES METHODES N°1 ET 2.....	106
FIGURE 92 : GRAPHIQUE IMPACT SUR LE SCR DE RACHAT A CHAQUE DATE DE PROJECTION.....	106
FIGURE 93: COMPARAISON DU MONTANT DU SCR OPERATIONNEL SELON LES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL ET DE COMMISSIONS FIXES.....	107
FIGURE 94 : GRAPHIQUE COMPARATIF DES IMPACTS SUR LES DIFFERENTS SCR CALCULES.....	108
FIGURE 95: COMPARATIF DES IMPACTS DES METHODES N°1 ET 2 SUR LE MONTANT DU SCR.....	108
FIGURE 96 : GRAPHIQUE COMPARATIF DES IMPACTS DES DEUX METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE SUR LE SCR.....	109
FIGURE 97: IMPACTS DES METHODES OPTIMALES N°1 ET 2 SUR LA VALEUR ACTUELLE (VA) DES SCR FUTURS.....	109
FIGURE 98 : GRAPHIQUE VERSEMENT DES COMMISSIONS EN FONCTION DES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT ET DE L'ANNEE DE PROJECTION	111
FIGURE 99 : GRAPHIQUE IMPACTS SUR SOLDE DE TRESORERIE.....	112
FIGURE 100: COMPARAISON DU SCR MORTALITE POUR LES TROIS METHODES DE COMMISSIONNEMENT OPTIMAL	113
FIGURE 101 : GRAPHIQUE IMPACTS DE LA METHODE SUR LE SCR DE MORTALITE	113
FIGURE 102: IMPACTS DES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMALES SUR LE SCR MORTALITE.....	114
FIGURE 103 : GRAPHIQUE IMPACTS DE LA METHODE SUR LE RISQUE DE RACHAT ANTICIPE DES CONTRATS.....	114
FIGURE 104 : GRAPHIQUE IMPACTS DE CETTE METHODE SUR LE SCR OPERATIONNEL	115
FIGURE 105: GRAPHIQUE IMPACTS DE CETTE METHODE SUR LES DIFFERENTS SCR CALCULES	115
FIGURE 106: COMPARER L'IMPACT DES DIFFERENTES METHODES SUR LA REDUCTION DU SCR.....	116
FIGURE 107: COMPARAISON DES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	117
FIGURE 108 : GRAPHIQUE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL OBTENU TOUT AU LONG DE LA PROJECTION	118
FIGURE 109: CONTRAINTE D'EGALITE ENTRE VALEUR ACTUELLE DES COMMISSIONS VARIABLES ET DES COMMISSIONS FIXES	118
FIGURE 110 : GRAPHIQUE DE L'IMPACT DE CETTE METHODE SUR LE SOLDE DE TRESORERIE DE L'ASSUREUR	119
FIGURE 111: IMPACTS DE LA METHODE N°4 SUR LE SCR MORTALITE.....	119
FIGURE 112: COMPARAISON DE LA VALEUR ACTUELLE DES SCR FUTURS	120
FIGURE 113: COMPARAISON DU VERSEMENT DES COMMISSIONS SELON LES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE	121
FIGURE 114: COMPARAISON DE L'EVOLUTION DU SOLDE DE TRESORERIE SELON LES DIFFERENTS MODES DE COMMISSIONNEMENT OPTIMAL ISSUS DE L'OPTIMISATION DYNAMIQUE	121
FIGURE 115: COMPARAISON DE L'EVOLUTION DU SCR DE MORTALITE SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE	122
FIGURE 116: COMPARAISON DE L'EVOLUTION DU SCR DE RACHAT SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE	122
FIGURE 117: COMPARAISON DE L'EVOLUTION DU SCR OPERATIONNEL SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE	123
FIGURE 118: IMPACTS DE LA METHODE DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE SUR LES DIFFERENTS SCR	123
FIGURE 119: COMPARAISON DU SCR SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	124
FIGURE 120: COMPARAISON DE LA VALEUR ACTUELLE DES SCR FUTURS SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	124
FIGURE 121: COMPARAISON DE LA VALEUR ACTUELLE DU SURPLUS DE L'ASSUREUR SELON LES DIFFERENTES METHODES DE COMMISSIONNEMENT VARIABLE OPTIMAL	125