

UNIVERSITÉ PARIS DAUPHINE

Département MIDO(*)

MASTER MIDO
MENTION MMD(**)

SPÉCIALITÉ ACTUARIAT

Année Universitaire : 2007-2008

Mémoire d'Actuariat présenté en **novembre 2008** devant l'Université Paris
Dauphine et l'Institut des Actuaire

Par : *Tolotra ANDRIAMITANTSOA*

Tuteur : *Francine TICO*

Sujet :- *Evaluation de la valeur de portefeuilles d'AGF Outre- Mer*
- *Modélisation de la valeur actuelle probable des profits futurs pour le calcul de l'Embedded value*

Entreprise d'accueil : *Assurance générale de France AGF département Outre- Mer*

CONFIDENTIEL DE 2 ANS

JURY

Membres du Jury
Christian HESS

Fonctions / Entreprise
Président du jury, professeur à l'Université Paris-Dauphine

Résumé:

Mots clés :

Primes, provisions mathématiques, zillmérisation, valeur de rachat, intérêt technique, taux d'actualisation, table de mortalité, valeur actuelle des profits futurs, solde de souscription, solde financier, coût de la marge de solvabilité, participation aux bénéfices

Dans le domaine de l'assurance, il y a deux manières de mesurer les flux de trésorerie : a priori il y a les modèles de rentabilité ou *profit testing* qui sont fondés sur des objectifs de paramètres à atteindre au lancement d'un produit. Et a posteriori : pendant toute la durée de vie du contrat il y a l'Embedded value qui permet de vérifier la bonne atteinte de ces objectifs ou de décider les mesures correctrices adaptées. C'est sur cette dernière que porte le stage que j'ai effectué au sein des AGF, département Outre Mer dans le domaine de l'assurance vie individuelle.

Mais qu'est-ce que l'Embedded value ?

Il s'agit de l'évaluation à une date fixée des résultats futurs d'une entreprise d'assurance. Cependant, le résultat de cette évaluation n'est pas universel dans le sens où toutes les hypothèses prises pour l'évaluation sont internes à l'entreprise, dépendent de l'expérience de l'entreprise en termes de lois de sorties des assurés, de mortalité ou encore du contexte financier des placements des actifs de l'entreprise. Cette démarche est donc purement subjective. Néanmoins, l'Embedded value présente l'avantage d'une évaluation sur une longue durée.

Dans le calcul de l'Embedded value, il s'avère donc important d'explicitier le comportement des assurés que ce soit pour le rachat des contrats ou face à la mortalité, l'évolution des versements de primes et aussi leur périodicité. Une précision sur le contexte financier et les différents taux utilisés dans le modèle sera aussi apportée.

Dans ce mémoire, une présentation de l'Embedded value de manière théorique sera effectuée, elle sera suivie de l'explication du périmètre d'études pour présenter ensuite la modélisation effectuée et les résultats de cette dernière. Une précision sera particulièrement donnée pour le calcul de la valeur actuelle des profits futurs. Une étude de sensibilité face aux hypothèses choisies sera réalisée avant de présenter une analyse critique de l'approche utilisée.

Nous considérerons un portefeuille en run-off constitué des affaires en cours à la date du 30 novembre 2008 : date à laquelle nous avons effectué notre évaluation.

Abstract:

Keywords:

Premium, reserving, zillmérisation, buyback value, interest rate, risk discount rate, mortality table, present value of the future profits, operational result, financial result, creditworthiness margin, participating business

To measure the cash flows at the launch of a product there is a profit testing based on targets to reach and during the whole life of contracts the Embedded value allows checking the success or not of these targets and to decide the corrective adapted measures. The training I carried out within the AGF, department Overseas in the domain of the individual life insurance was about this last one.

But what's the embedded value?

Embedded value (or "EV") represents shareholders' economic value of the in-force life and pension business of an insurance company, which is the value of the business written as of 31 November 2008. Future new business is not included.

The most important advantage is that EV has over many alternative performance measures that is its consideration of profitability over the long-term. In contrast to other accounting standards that only focus on revenues and expenses occurring during a single reporting period, EV measures the shareholder value of an insurance portfolio, which is expected to create over its lifetime.

Nevertheless, the result of this forecast is not totally reliable because the hypothesis chosen for the models depends on the experience of the business in matter of lapse rates, morbidity, mortality or the investment strategy of the assets. This approach is therefore purely subjective.

In this work, a presentation of the embedded value and his calculation in a theoretical way will be explained before the explanation of the perimeter of the study. The calculation of the present value of the future profits will be emphasized. It leads to the models and the results of this last one.

<i>Résumé</i> :	2
<i>Abstract</i> :	3
<i>Introduction</i> :	9
<i>Remerciements</i> :	10
A. Spécificités de l'assurance	11
1. <i>L'assurance et ses spécificités</i>	12
A. <i>Qu'est ce que l'assurance ? Ou encore une opération d'assurance ?</i>	12
B. <i>L'engagement de l'assureur vis- à- vis de des assurés et des actionnaires</i>	12
C. <i>Cycle inverse de production</i>	12
2. <i>Les éléments du dispositif réglementaire</i>	13
A. <i>Le taux technique</i>	13
B. <i>La clause de participation aux bénéfices (terminal bonus)</i>	13
C. <i>La solvabilité : marge de solvabilité</i>	14
B. Approche théorique: L'EMBEDDED VALUE ..	15
1. <i>Embedded value</i>	16
A. Définition :	16
B. Calcul de l'Embedded value :	16
Ø L'actif net réévalué : net asset value(ANR)	17
Ø La valeur actualisée des profits futurs: present value of future profits(PVFP) ...	17
Ø Le coût du capital(CdC):	17
C. Formule mathématique de l'Embedded value :	17
D. Traduction théorique :	18
Ø Le résultat financier	18
Ø Le résultat d'assurance:	18
a. <i>Le solde de souscription</i>	18
b. <i>Les charges d'acquisition et de gestion</i>	19
c. <i>Le solde financier</i>	19
d. <i>Le solde de réassurance</i>	19
Ø Le résultat technique de gestion :	19
E. Résumé :	19
C. Approche théorique de la tarification, du provisionnement et du calcul des charges	21
1. <i>Le taux d'actualisation (RDR):</i>	22
2. <i>Les chiffres d'affaires</i> :	22
3. <i>La provision mathématique</i>	23
Ø La prise en compte des frais :	23

Ø	Le nivellement des primes des contrats d'assurance :	23
Ø	Les bases réglementaires du calcul des provisions mathématiques :	24
✓	<i>Les tables réglementaires :</i>	24
✓	<i>Les tables d'expérience :</i>	24
✓	<i>Les tables prospectives :</i>	24
✓	<i>Les tables utilisées lors de la modélisation</i>	24
Ø	L'évolution de la provision mathématique dans le temps :	25
	4. La zillmérisation des contrats d'assurance :	25
Ø	<i>Explication théorique de la zillmérisation :</i>	25
Ø	<i>Réglementation de la PM zillmérisée</i>	26
Ø	Formule de la zillmérisation :	26
Ø	Impact de la zillmérisation :	26
Ø	Provision mathématique de clôture et Provision mathématique d'ouverture :...	26
	5. Les modalités de transformation d'un contrat :le rachat	27
Ø	Rappel de notions actuarielles :	28
Ø	La valeur de rachat :	28
	6. L'intérêt technique :	28
	7. Les frais et commissions :	28
	8. Le solde financier :	30
	<i>D. Présentation du périmètre d'études</i>	31
	1. Périmètre d'études :	32
Ø	L'assurance en cas de décès :	32
Ø	L'assurance en cas de vie :	32
Ø	L'assurance mixte :	32
	2. Cartographie des contrats	32
	<i>E. Les hypothèses retenues pour la modalisation</i>	35
	1. Les hypothèses retenues pour le modèle :	36
	2. Notations retenues et définitions:	36
	3. La valeur du portefeuille :	36
	<i>F. La modélisation du solde de souscription</i>	37
	1. Les chiffres d'affaires:	38
	2. Les provisions mathématiques :	38
	3. Les charges de PM :	38
	4. Les charges de rachats :	39
	5. Les charges de sinistres : décès :	39

6. <i>L'intérêt technique</i> :	40
7. <i>Les termes</i> :	40

G. Application au produit Plan A4.....42

1. <i>Modélisation du nombre de contrats par année d'exercice</i> :	43
∨ <i>Les taux de rachats</i> :	43
∨ <i>Les taux de décès</i> :	43
∨ <i>La loi globale de sortie</i>	43
∨ <i>Taux de sortie réel et taux de sortie estimé</i> :	43
2. <i>Modélisation des primes payées par année d'exercice</i> :	47
∨ <i>Présentation</i> :	47
∨ <i>Tarifification</i> :	47
∨ <i>Amélioration au niveau des primes</i>	47
3. <i>Provisions Mathématiques</i>	48
4. <i>Modélisation des charges de PM</i> :	49
5. <i>Valeur de rachat</i> :	49
6. <i>Modélisation des charges des termes</i> :	50
7. <i>Modélisation de l'intérêt technique</i> :	50
8. <i>Prestations de sorties</i> :	50
9. <i>Présentation des sorties SAS</i> :	50
∨ <i>Evolution de la provision de clôture</i>	51

H. La modélisation du résultat d'assurance.....53

1. <i>Les frais: commissions et autres frais</i> :	54
2. <i>L'ajustement pour bénéfices de gestion</i>	54
3. <i>Le solde financier</i> :	54
4. <i>Les impôts</i> :	55
5. <i>Le coût de la marge de solvabilité</i> :	55
6. <i>La valeur du portefeuille</i>	56
§ <i>Formule et notations</i> :	56
7. <i>Le solde de souscription</i> :	57

I. Etude de sensibilité.....58

§ <i>Paramètres de référence</i> :	59
§ <i>Sensibilité au taux d'actualisation</i> :	59
§ <i>Sensibilité aux commissions pour PP</i> :	60
§ <i>Sensibilité au taux de frais</i> :	61
§ <i>Sensibilité au taux de placement financier</i> :	62
§ <i>Sensibilité au taux de coût de la marge de solvabilité</i> :	63

§	Sensibilité au taux de rachat :	64
<i>J. Amélioration de la modélisation</i>		65
1.	<i>Critiques du modèle</i> :	66
§	Provisions mathématiques :	66
§	Valeur de rachat :	66
2.	<i>Solutions apportées</i> :	66
§	La zillmérisation :	66
§	La pénalité de rachat :	66
3.	<i>La nouvelle modélisation</i> :	66
	Amélioration du calcul des primes :	67
	Ancienne et nouvelle zillmérisation :	67
	Proposition de solution :	67
	Les formules pour la valeur du portefeuille.....	67
	<i>Conclusion</i> :	69
	<i>Références bibliographiques</i> :	70
<i>ANNEXE 1 : Rappel des notations actuarielles en assurance vie</i>		72
a.	Engagement élémentaire en cas de vie : capital différé	73
b.	Engagement élémentaire en cas de décès: temporaire de n années et différé de k années.....	73
c.	Annuité viagère	73
d.	La contre- assurance :	73
<i>ANNEXE 2 : les différentes illustrations</i>		74
1.	Exemple retraçant la provision mathématique :	75
2.	Etude de l'évolution de la provision mathématique	75
3.	Taux de placement financier utilisé pour le calcul du solde financier et le taux d'actualisation.....	76
3.	Valeur du portefeuille d'AGF Outre-mer.....	76
4.	Les taux de rachats :	80
5.	La valeur de l'Embedded value avec les nouveaux taux de rachats :	81
<i>ANNEXE 3 : Programmes de calcul</i>		86
1.	Programme de calcul du nombre de contrats :	87
2.	Calcul des primes annuelles :	91

3. Calcul de la provision mathématique:	93
4. Cartographie des familles de produits:	96
5. Programme de calcul de l'intérêt technique :	96
6. Calcul des différentes charges:	97

Introduction :

Nous pouvons nous demander pourquoi nous avons besoin de construire des modèles d'évaluation d'un portefeuille d'assurance. Nombreuses sont les réponses à cette question.

Tout d'abord, il y a le besoin des assureurs de disposer de ces méthodes pour évaluer les profits de leurs produits, de leurs secteurs d'activité et aussi de mesurer leur richesse.

Il y a ensuite le problème d'interprétation des résultats. En effet, les résultats doivent donc être faciles à communiquer et compréhensibles des investisseurs.

L'idée est donc d'imaginer une méthode qui prend en compte au début du contrat la valeur actuelle des bénéficiaires futurs. C'est sur cette idée que se base l'Embedded value.

Le calcul de l'Embedded value peut être interprété comme un prolongement de l'étude de rentabilité d'une entreprise d'assurances. Il faut cependant noter que l'Embedded value représente une estimation de la valeur de l'ensemble des affaires en cours d'une compagnie d'assurances ainsi que sa fortune.

Devenu incontournable pour évaluer les intérêts des actionnaires, l'Embedded value est une pratique courante depuis plusieurs années pour évaluer la richesse d'une entreprise d'assurances. C'est une notion qui a connu plusieurs améliorations au niveau de son calcul et de son élaboration.

Son calcul demeure fastidieux et nécessite en plus des données réelles la prise en compte de plusieurs hypothèses à choisir de manière prudente.

Du fait que le calcul de l'Embedded value est complètement subjectif et peut varier d'une entreprise à l'autre, des changements ont été effectués et ont donné à l'Embedded value plusieurs dérivés comme le Market Consistent Embedded value avec l'introduction des modélisations stochastiques ou encore l'European Embedded value avec la modélisation des options et des garanties. Ces dernières imposent aux assureurs d'effectuer des modélisations supplémentaires.

Dans le département où j'ai effectué mon stage, nous avons effectué le calcul de l'Embedded value traditionnel qui nécessite seulement une modélisation déterministe. Une analyse de la valeur actuelle des profits futurs et des éléments qui la composent sera effectuée.

Une étude de sensibilité sera réalisée sur le portefeuille pour voir le comportement du résultat face aux hypothèses choisies.

Pour commencer, nous allons présenter l'Embedded value, son périmètre d'étude et sa modélisation. Nous présenterons ensuite une application sur un produit-clé du portefeuille étudié : Plan A4. Nous effectuerons une étude de sensibilité qui sera suivie d'une analyse critique de la modélisation. Et nous terminerons par une présentation des solutions proposées.

Remerciements :

J'adresse mes remerciements aux AGF notamment AGF Outre- Mer pour m'avoir permis d'effectuer mon stage de fin d'études au sein de leur service actuariat.

Je tiens à remercier particulièrement Madame TICO : ma tutrice de stage de m'avoir accueillie dans son équipe.

Je remercie également Madame HUTTNER de la société Alturia Consulting de m'avoir aidée dans les travaux qui m'ont été confiés.

Il serait fastidieux de citer tous les noms, cependant que les personnes ayant travaillé à mes côtés pour la rédaction, pour les recherches de documentations se sentent concernés par le remerciement que j'adresse tout particulièrement à leur responsable, Monsieur MOMMEJA pour toute la confiance qu'il m'a accordé dans les missions qu'il m'a confiées.

J'aimerais adresser également mes sincères remerciements à tous les professeurs qui m'ont aidée durant mes années d'études, pour leur aide précieuse durant l'année universitaire et durant mon stage.

A. Spécificités de l'assurance

1. L'assurance et ses spécificités

A. Qu'est ce que l'assurance ? Ou encore une opération d'assurance ?

Conformément au code des assurances, un contrat, dès lors qu'il comporte un risque, une prime et une prestation est une convention d'assurance. De ce fait, il est soumis à la législation d'assurance.

Selon l'article L113-2 du code des assurances, l'assuré, entre autres ses obligations, s'engage à payer une prime ou une cotisation aux époques convenues tandis que l'assureur s'engage à indemniser tout sinistre couvert par ledit contrat en cas de réalisation du risque. Le contrat d'assurance est donc de nature juridique et aucune des deux parties ne peut se défaire de ses engagements sauf si les clauses du contrat le stipulent.

Le contrat d'assurance sur la vie doit donc comporter des clauses tendant à définir, pour assurer la sécurité des parties et la clarté du contrat, l'objet du contrat et les obligations respectives des parties, selon des énonciations précisées par décret en Conseil d'Etat. Il précise aussi les conditions d'affectation des bénéfices techniques et financiers.

B. L'engagement de l'assureur vis-à-vis de des assurés et des actionnaires

A la date initiale, les assurés et les actionnaires investissent une somme d'argent dans une entreprise d'assurance. Les assurés par leurs primes d'assurance et les actionnaires par les fonds propres. La somme de ces investissements servira comme base initiale à l'activité de l'assureur. Cependant, ces investissements restent dus aux actionnaires et aux assurés dans le sens où un résultat positif sera versé aux actionnaires et selon les clauses du contrat, des participations aux bénéfices seront versées aux assurés. Mais l'assureur est aussi tenu de respecter ses engagements envers l'assuré en payant les prestations qu'il lui doit.

C. Cycle inverse de production

L'activité d'une entreprise ou d'une industrie est souvent définie par le paiement d'une cotisation contre une prestation souvent immédiate et qui sera à hauteur de la prime payée.

L'activité d'assurance en est autrement dans le sens où la prime est payée, la plupart du temps, à la signature du contrat ou de manière périodique contre une prestation souvent future.

La valeur de cette prestation dépend d'évènements aléatoires pouvant être liés à la vie de l'assuré, c'est ce qu'on appelle aléa viager, à la date de survenance du sinistre, à la manière dont ce sinistre s'est produit et surtout aux dégâts causés par ce sinistre.

De par tous ces aléas, l'activité d'assurance nécessite une modélisation mathématique et statistique souvent basée sur des techniques actuarielles poussées.

De plus, en raison des engagements pris par la compagnie d'assurance vis-à-vis des assurés, les activités d'un assureur sont réglementées et contrôlées par l'ACAM.

2. Les éléments du dispositif réglementaire

A. Le taux technique

Il est défini comme étant le taux fixé, garanti à l'avance, accumulé par les fonds propres.

Autrement dit, la compagnie promet aux assurés un rendement continu accumulé sur la valeur initiale des engagements d'au moins r_0 pendant la vie du contrat où r_0 est le taux d'intérêt technique.

Du fait que la valeur de ce taux technique représente l'engagement de l'assureur, ce taux doit être choisi de manière prudente et son choix doit ensuite respecter la réglementation.

Le taux technique garanti par l'assureur au titre d'un contrat varie selon le type de contrats. En effet, l'article A 132-1 du code des assurances prévoit des règles de plafonnement selon qu'il s'agit d'un contrat libellé en euros ou en unités de compte.

Défini comme le taux d'intérêt utilisé pour l'actualisation des engagements respectifs de l'assureur et de l'assuré, le choix de cet élément doit rester prudent.

Ci-dessous le tableau récapitulatif des différents taux techniques en vigueur au moment de la souscription.

Nature du contrat	Taux technique maximum autorisé	
	Avant 8 ans	Après 8 ans
- Contrats libellés en euros ✓ primes uniques et versements libes	75% TME ⁽²⁾	60% du TME dans la limite de 3.5%
✓ primes périodiques	60% du TME dans la limite de 3.5%	60% du TME dans la limite de 3.5%
- Contrats libellés en unités de compte	60% du TME dans la limite de 3.5%	60% du TME dans la limite de 3.5%

B. La clause de participation aux bénéfices (terminal bonus)

Selon l'article L.331-3 du code des assurances, les entreprises d'assurance sur la vie doivent faire participer les assurés aux bénéfices techniques et financiers qu'elles réalisent.

Pour les opérations de chaque entreprise d'assurance sur la vie et de capitalisation, le montant minimal de la participation aux bénéfices à attribuer au titre d'un exercice est déterminé globalement à partir d'un compte de participation aux résultats.

Les bénéfices réalisés par les sociétés d'assurance vie se décomposent en bénéfices techniques et bénéfices financiers.

- Les bénéfices techniques concernent les bénéfices de mortalité et les bénéfices de gestion.

⁽²⁾ T.M.E : taux moyen d'emprunt de l'Etat français

Nous comptons un bénéfice de mortalité quand la mortalité réelle est inférieure à la mortalité théorique et un bénéfice de gestion quand les dépenses effectives de l'assureur sont inférieures au montant des chargements retenus pour la tarification.

- Les bénéfices financiers concernent les bénéfices d'intérêt technique et sur les plus-values.

Nous appelons bénéfice d'intérêt technique la différence entre le taux de placement effectué et le taux d'intérêt garanti par le contrat.

Conformément aux dispositions de l'article A331-4 du code des assurances, le montant minimal de la participation aux bénéfices à attribuer est déterminé globalement à partir d'un compte de participation aux résultats, l'assureur doit distribuer au minimum :

- 90% des bénéfices techniques

- 85% des bénéfices financiers.

L'affectation est faite par catégorie de contrats et la part revenant à chaque assuré est calculée au prorata de la provision mathématique de son contrat.

C. La solvabilité : marge de solvabilité

Pour protéger les consommateurs en respectant leurs engagements à tout moment, les entreprises d'assurance sont dans l'obligation de constituer une marge de solvabilité adéquate. En effet, en cas de baisse d'activités ou de baisse de rendements des placements, les entreprises disposent d'une réserve de fonds propres pour honorer les engagements pris envers les assurés.

***B. Approche théorique: L'EMBEDDED
VALUE***

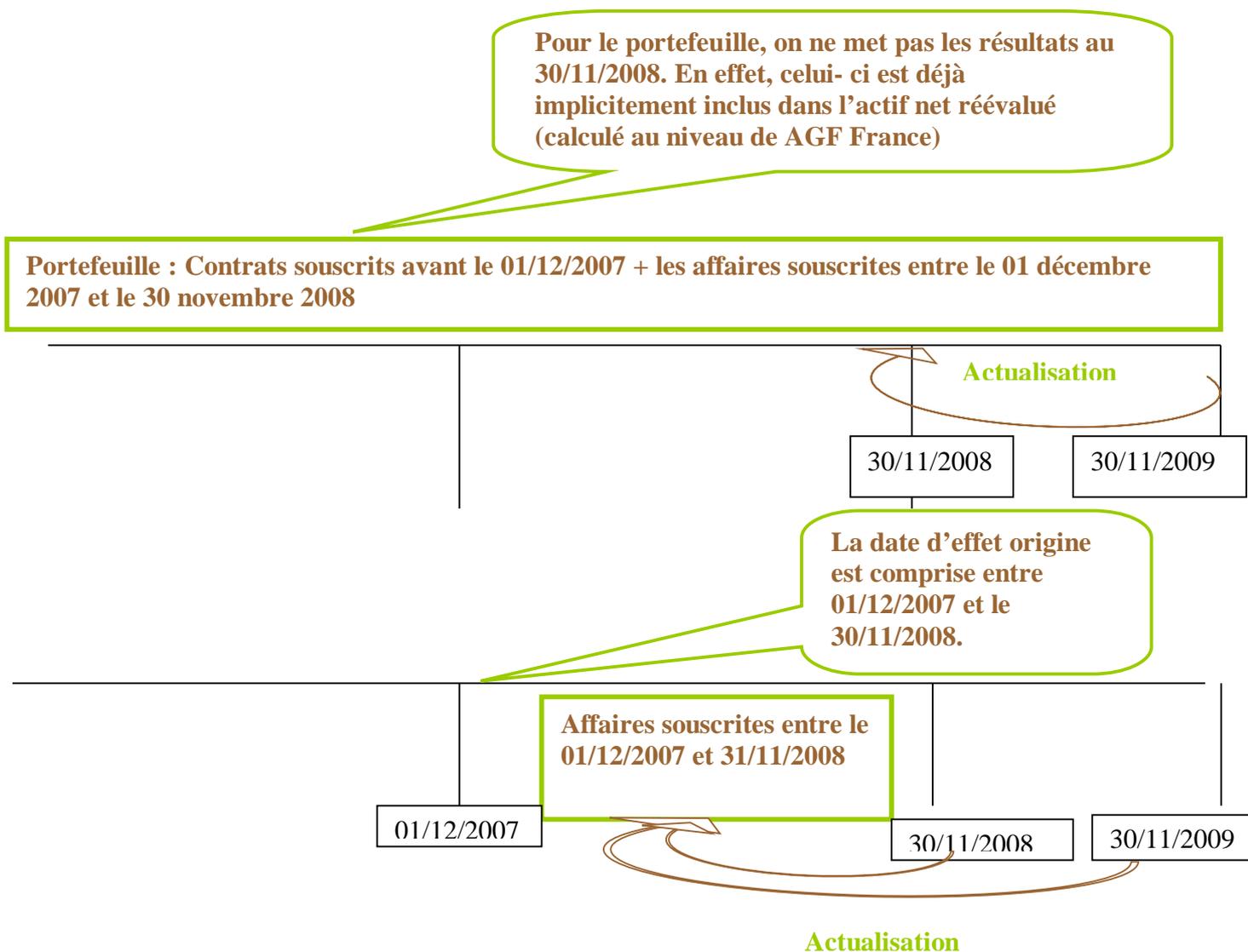
1. Embedded value

A. Définition :

Traduit littéralement en français comme la valeur intrinsèque, l'Embedded value est un indicateur qui consiste à répondre aux problématiques de valorisation de l'activité d'assurance vie.

Elle résulte de la projection, sur une longue période des résultats futurs diminués des coûts d'immobilisation des fonds propres que générerait le portefeuille.

Elle se veut être une approche prospective du résultat futur à la date de calcul et fournit l'estimation de la valeur acquise par une société d'assurance selon les réalités économiques – financières et le comportement des assurés.



B. Calcul de l'Embedded value :

Le calcul de la valeur intrinsèque peut être effectué police par police ou directement sur un portefeuille représenté par un modèle.

Dans notre cas, nous avons effectué les calculs par type de produits (ou model points) et ensuite contrat par contrat.

La formule de l'Embedded value s'écrit :

$$\text{Embedded value} = \text{Actif net réévalué} + \text{valeur actualisée des profits futurs} - \text{coût du capital}$$

Ø **L'actif net réévalué : net asset value(ANR)**

Il s'agit de la valeur de marché des actifs diminués de la valeur des engagements pris par l'assureur. Il est calculé sur la base des fonds propres comptables pour donner une vision économique de la situation nette.

Ø **La valeur actualisée des profits futurs: present value of future profits(PVFP)**

Il s'agit de la valeur vue à la date d'évaluation des revenus probables qui devraient être perçus par l'assureur dans le futur. Cette valeur est donc nette d'impôts et calculée après la participation des assurés aux excédents et la rémunération des fonds propres alloués par les actionnaires.

Pour le calcul de cette partie, il a donc fallu mettre en place des hypothèses de calcul sur lesquelles vont dépendre les résultats de l'évaluation.

Ø **Le coût du capital(CdC):**

Il s'agit du coût d'immobilisation financière des capitaux nécessaires au maintien de la solvabilité.

C. Formule mathématique de l'Embedded value :

Ce que nous pouvons écrire sous forme mathématique:

$$EV_t = \text{fonds propres ajustés} + \text{stock}$$

$$EV_t = FP_t + \sum_{z=t}^{t+N} \frac{BD_z^{(t)}}{(1+RDR)^{z-t}} \cdot V_{RDR}^z$$

Avec EV_t = Embedded Value à la fin de l'année t

FP_t = Fonds Propres ajustés à la fin de l'année t

$BD_z^{(t)}$ = Bénéfice Distribuible espéré sur les polices en cours à la fin de l'année z (projeté en t pour l'année z)

$stock_t^{(t)}$ = stock projeté en t pour l'année t (voir définition du stock ci-dessous)

N = durée restante à courir pour le contrat le plus long du portefeuille

$V_{RDR} = \frac{1}{1+RDR}$ où RDR= risk discount rate, taux d'actualisation

Le stock est la valeur actuelle (au taux RDR) des bénéfices distribuables attendus sur polices en cours. Il s'agit donc de la valeur actuelle probable des profits futurs.

D. Traduction théorique :

Au début d'une activité d'assurance, les actionnaires allouent un capital qui est une garantie de solvabilité afin de pouvoir exercer une activité d'assurance. De ce fait, ce capital ne doit pas être investi de manière spéculative.

Ces actionnaires sont rémunérés par des dividendes qui correspondent aux résultats d'assurance après impôts. Ce résultat vaut :

$$\text{Dividende des actionnaires} = \text{résultat financier} + \text{résultat technique d'assurance} + \text{résultat technique de gestion}$$

Ø Le résultat financier

Un calcul du solde financier est effectué dans la partie modélisation. Et la formule de ce solde financier est telle que :

$$\text{Solde financier} = \text{intérêt technique} * \text{taux de placement financier} * (1 - \text{taux de réversion}) \text{ en cas de réversion}$$

Nous tenons à remarquer qu'aucune réversion n'est prise en compte dans la modélisation. Nous élaborerons une formule plus générale de cette notion dans le chapitre H

Ø Le résultat d'assurance:

Le calcul de l'évaluation du portefeuille commence par le calcul du résultat d'assurance avant et après imposition sur tout le périmètre étudié. Et sa valeur résulte de la tarification de la mortalité et des risques non- vie en particulier les taux de rachats des contrats.

La formule du résultat d'assurance, selon l'article A.344-3 du code des assurances est la suivante :

$$\text{Résultat d'assurance} = \text{solde de souscription} - \text{charges d'acquisition et de gestions} + \text{solde financier} + \text{solde de réassurance}$$

Ci-après est présenté chaque poste du résultat :

a. Le solde de souscription

La formule du solde de souscription s'écrit :

$$\text{Solde de souscription} = \text{primes} + \text{ajustement ACAV} - \text{charges de prestations} - \text{charges de provisions d'assurances vie}$$

A ce stade, nous tenons à préciser que la charge de prestations comprend les charges de rachats, les charges de décès et les charges des contrats qui arrivent à leur terme.

Mais comme l'ajustement ACAV concerne les produits en unités de compte et que cela n'existe pas pour le portefeuille AGF Outre- Mer, l'ajustement ACAV n'est pas pris en compte dans le calcul du solde de souscription.

Nous tenons à remarquer que la projection des soldes de souscription a été effectuée de manière déterministe.

b. Les charges d'acquisition et de gestion

Elles contiennent les frais d'acquisition, les commissions, les coûts de structure et les charges de gestion.

La commission pour les produits à primes périodiques est égale au taux de commission multiplié par le chiffre d'affaires. Le frais de gestion vaut le taux de frais de gestion multiplié par le chiffre d'affaires.

c. Le solde financier

Il comprend le produit net de placement diminué de la participation aux résultats.

d. Le solde de réassurance

Il comprend la part des réassureurs dans les charges de provisions d'assurance vie + part des réassureurs dans la participation aux bénéfices + part des réassureurs dans les charges de prestations + commissions reçues des réassureurs – les primes cédées.

Dans la modélisation effectuée, le solde de réassurance n'a pas été pris en compte car il porte essentiellement sur les produits de type temporaire décès qui ne sont pas traités dans cette étude.

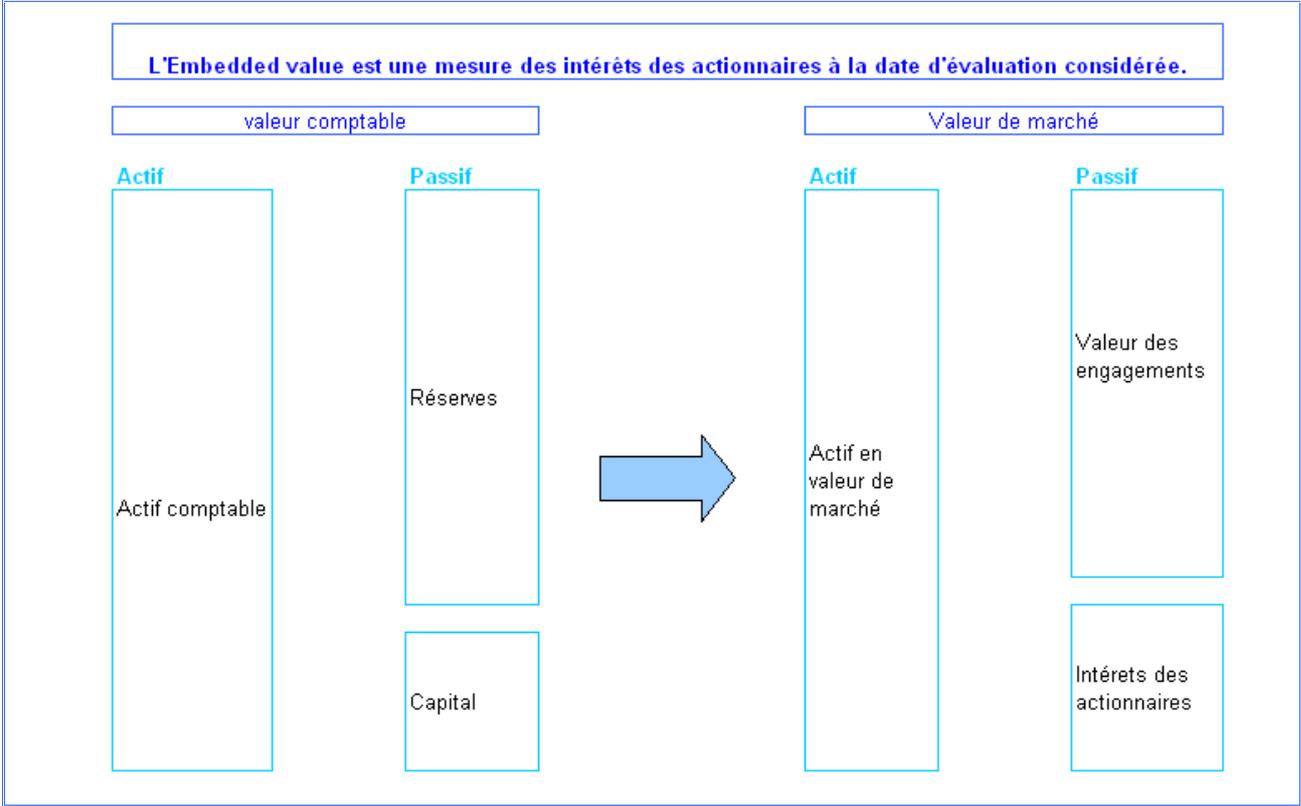
Ø Le résultat technique de gestion :

Ce dernier résulte de la tarification des frais de fonctionnement. Il s'agira en particulier des commissions et des frais.

Nous rappelons que ce résultat vaut :

$$\text{Résultat technique de gestion} = \text{reprises de commissions} - \text{frais - commissions}$$

E. Résumé :



L'intérêt des actionnaires vaut l'actif net réévalué + la valeur actuelle probable des profits futurs – le coût du capital.

C. Approche théorique de la tarification, du provisionnement et du calcul des charges

1. Le taux d'actualisation (RDR):

Le taux d'actualisation RDR utilisé pour le calcul de la valeur actuelle probable des profits futurs est sujet à discussion par les spécialistes. Nous ne citerons pas les interprétations données, nous allons seulement énoncer les éléments à prendre en compte dans le choix de cet élément.

Tout d'abord, il doit refléter le coût du capital de la compagnie. En effet, le résultat d'assurance ou bénéfice doit rapporter au moins autant que le coût du capital (exigence des actionnaires), dans le cas contraire, il y a en effet une perte.

Il faut également tenir compte du fait que les flux futurs ne sont pas certains et qu'il y aura des fluctuations entre l'espérance de gains et les gains réels.

Le choix de ce taux n'est pas définitif, car il dépend d'hypothèses qui varient aussi. D'autre part, sa modification entraîne des changements au niveau de l'Embedded value. Ce taux est déterminé à l'aide des scénarios fournis par Allianz.

Nous verrons cette modification du taux d'actualisation dans la partie J : étude de sensibilité et nous établirons l'évolution de l'Embedded value en fonction du taux d'actualisation utilisé.

2. Les chiffres d'affaires :

Elles correspondent aux primes payées chaque année.

Le chiffre d'affaire d'une année correspond à la prime annualisée (chutée des rachats et des réductions et de décès ainsi que les contrats qui arrivent à leur terme), pour le portefeuille, pour les années suivant l'année de souscription (par exemple pour les affaires nouvelles 2008, le chiffre d'affaires 2009 correspondra à une année de prime annualisée)

Le chiffre d'affaire de l'année de souscription dépend normalement: du mois de souscription, du fractionnement des primes. Si le versement des primes est considéré comme annuel, pour la première année d'exercice le calcul du chiffre d'affaires est spécifique aux affaires nouvelles.

Mathématiquement, le montant des chiffres d'affaires de l'année de souscription s'obtient en faisant le produit du montant à payer à chaque échéance de prime par le nombre de primes payées dans l'année :

Le montant de la prime payée à chaque échéance de prime est de P/F avec P la prime annuelle et F la fréquence (1, 2, 4, 12)

Le nombre de primes payées dans l'année de souscription est de :

Entier $(0.5 * (f-1)) + 1$ en considérant que toutes les souscriptions ont lieu en milieu d'année,

Entier $((12- \text{mois d'effet})/12 * F) + 1$ si on tient compte de la date d'effet exacte.

La première approche nous semble suffisante notamment pour des modèles non pérennes. Il convient néanmoins de remarquer que cette approche rendra les calculs de provisions mathématiques légèrement incohérents du fait d'une interpolation potentiellement différente dans la modélisation.

Il a été donc supposé que le versement des primes est annuel.

Ø Raison pour laquelle une réflexion sur les primes a été abordée :

Il a fallu mettre en place cette réflexion basée sur la périodicité des paiements des primes du fait que la valeur du chiffre d'affaires et la modélisation des calculs peuvent être différents suivant que les primes sont payées mensuellement ou annuellement

Exemple : un contrat souscrit au 01/04/2008 aura en chiffre d'affaire 2008 (30/11) de :

- une année de prime pour les contrats à fractionnement annuel (fréquence 1)
- Une année de prime pour les contrats à fractionnement semestriel (fréquence 2) : paiements au 01/04 et au 01/10,
- $\frac{3}{4}$ d'année de prime pour les contrats à fractionnement trimestriel (fréquence 4) : Paiement au 01/04 au 01/07 et au 01/10
- $\frac{8}{12}$ d'année de prime pour les contrats à fractionnement mensuel (fréquence 12) : paiement du 01/04 au 01/11.

3. La provision mathématique

Conformément aux dispositifs de l'article R 331-1 du code des assurances, les sociétés d'assurance sont contraintes de constituer des provisions techniques suffisantes pour le règlement intégral de leurs engagements vis-à-vis des assurés ou bénéficiaires des contrats.

La provision mathématique est constituée par les fonds que les entreprises d'assurance-vie mettent en réserve en vue de satisfaire aux engagements qu'elles ont pris envers leurs assurés. Elle est définie comme la différence entre l'engagement de l'assureur et celui de l'assuré. Elle représente donc la dette de l'assureur nette des engagements des assurés.

Telle est la définition prospective que l'on donne à la provision mathématique. C'est la seule méthode que nous allons présenter.

A la date de souscription, cette différence est nulle et évolue positivement pendant la vie du contrat (pas nécessairement croissante)

La tarification est effectuée à la date de souscription pour calculer les primes d'assurance tandis que le provisionnement est effectué à tout instant pendant la vie du contrat.

Le calcul de la provision mathématique et le calcul des primes sont considérés comme deux approches similaires, mais qui sont effectués à deux périodes différentes.

Ø La prise en compte des frais :

La souscription d'une assurance vie fait naître des engagements du côté de l'assureur et de l'assuré qui ne se limitent pas aux engagements purs. L'assuré doit payer la prime commerciale, l'assureur doit payer les prestations et les frais de gestion mais la commercialisation génère aussi des frais d'acquisition.

La provision mathématique est donc considérée comme :

$$\text{PM à la date } t = \text{VAP}(t, \text{prestations postérieures à } t) - \text{VAP}(t, \text{primes pures postérieures à } t) + \text{VAP}(t, \text{frais d'acquisition postérieurs à } t) - \text{VAP}(t, \text{chargements d'acquisition à } t) + \text{VAP}(t, \text{frais de gestion postérieurs à } t) - \text{VAP}(t, \text{chargements de gestion postérieurs à } t)$$

Ø Le nivellement des primes des contrats d'assurance :

La probabilité de décès augmentant avec l'âge, tout titulaire d'une assurance en cas de décès devrait payer des primes augmentant chaque année.

Pour des raisons commerciales, ce n'est pas souvent le cas car les primes sont uniformes et presque constantes.

Cette opération de nivellement entraîne deux conséquences :

- La prime payée au début du contrat est supérieure à celle normalement nécessaire pour couvrir le risque de décès

- A la fin du contrat, la prime payée est insuffisante pour compenser le risque décès.
Le trop-perçu en début de contrat est donc mis en réserve, pour être prélevé au moment voulu lorsque les primes sont insuffisantes et ce trop-perçu est appelé provision mathématique.
En annexe, est placé un exemple pratique qui illustre cette explication.

Ø Les bases réglementaires du calcul des provisions mathématiques :

Pour le calcul de cette valeur, il faut se munir du taux d'actualisation et de la table de mortalité : tous deux doivent être choisis de manière prudente.

Lors de la tarification, l'assureur peut être amené à choisir d'utiliser soit des tables réglementaires, soit des tables d'expérience, soit des tables prospectives.

Ci-dessous est présentée la différence entre ces tables :

∨ Les tables réglementaires :

Les tables réglementaires actuellement en vigueur sont la TF 00-02 et la TH 00-02

En matière d'assurance en cas de décès, le bénéfice de l'assureur est étroitement lié à la politique de souscription notamment en matière de sélection médicale, de détection et de tarification. En outre, comme la table utilisée est celle qui a été établie pour la population masculine, et que la mortalité féminine est plus faible que celle des hommes, il en résulte généralement un bénéfice de risque pour l'assureur lorsque les personnes assurées sont des femmes.

∨ Les tables d'expérience :

Les tables d'expérience sont établies en fonction des résultats propres à l'assureur.

∨ Les tables prospectives :

Les tables TGH 05 et la TGF 05 ont été introduites par arrêté du 01 août 2006 et modifiant certaines dispositions du code des assurances sur la vie et la capitalisation.

Depuis le 01 janvier 2007, les assureurs doivent utiliser pour la mise en place d'une rente viagère :

- soit le jeu de TGF 05 et TGH 05 avec la possibilité d'utiliser une table unique pour tous les assurés
- soit leur table d'expérience

Ces tables TGH 05 et TGF 05 fournissent les données brutes du nombre de survivants, âge par âge, pour les hommes et pour les femmes pour toutes les générations entre 1900 et 2005. Les données sont données à la tranche d'âge 0 et 120 ans.

Ces tables établies par l'INSEE sont des tables prospectives, c'est-à-dire obtenues par extrapolation des observations faites sur des tables d'expérience. En effet, la proportion des personnes nées vers les années 90 n'est pas très bien connue.

Ces tables contiennent des données relatives aux années antérieures à 2005, c'est pour cette raison que nous les appelons « table prospective »

∨ Les tables utilisées lors de la modélisation

Nous tenons à remarquer qu'aucune construction de table de mortalité n'a été effectuée durant mon stage, les différentes tables énoncées auparavant ont été présentées afin d'introduire l'énumération des différentes tables utilisées pour la modélisation de l'Embedded value.

Comme les produits étudiés sont très diversifiés et comportent des garanties en cas de vie, en cas de décès et des garanties mixtes, les tables utilisées sont aussi nombreuses.

Pour les produits mixtes, nous avons utilisé particulièrement les tables réglementaires TD 8890 et PM 6064

Pour les termes fixes, nous avons utilisé les tables TD 8890, TD 7377

Pour les capitaux différés, nous avons utilisé les tables TD 8890 et TV 8890

Pour les vies entières, nous avons utilisé la TD 8890 et la table d'expérience AGF1 qui est dérivée de la TD 8890.

Ø *L'évolution de la provision mathématique dans le temps :*

Prenons l'exemple d'un capital différé sans contre-assurance de 1 euro.

L'assuré a 40 ans à la date de souscription et le taux d'actualisation est de 3.5%.

Le graphique retraçant l'évolution de la provision mathématique (cette provision est dessinée sans zillmérisation) est placé en annexe 1 paragraphe 3.

Nous remarquons que la provision mathématique croît avec le temps.

Ce phénomène s'explique par:

- la proximité croissante du terme du contrat avec le temps, induisant une probabilité croissante de l'assureur de payer le capital garanti
- le rôle de l'escompte financier qui décroît avec le temps puisque les produits financiers ont moins d'incidence avec le temps.

Nous tenons seulement à dire que la croissance de la provision mathématique dépend donc des produits financiers, du taux d'actualisation et de la mortalité notamment l'âge de l'assuré, la table de tarification et du produit à tarifier.

4. La zillmérisation des contrats d'assurance :

Lors de la souscription d'un contrat d'assurance à primes périodiques, un assuré a le choix entre payer ses primes pendant toute la vie du contrat ou seulement pendant une certaine période. Les chargements sur primes ou frais de gestion sur primes ne sont pas payés progressivement pendant toute la vie du contrat mais sont payés aux apporteurs d'affaires pendant une certaine période après la souscription du contrat.

Cela implique que juste après la souscription du contrat, pendant le paiement des commissions aux apporteurs de contrats, l'assureur se retrouve avec des actifs, représentant la provision mathématique réelle du contrat, plus petits, ce qui s'avère dangereux en cas de rachat prématuré du contrat après la souscription.

Ce constat conduit donc à choisir une modalité de calcul spécifique de la provision : la zillmérisation. Adoptée en France depuis 1982, elle est devenue obligatoire en 1983 pour les contrats à primes périodiques.

En résumé, les frais d'acquisition supportés par l'assureur sont parfois très élevés, il semble donc nécessaire d'amortir ces frais sur plusieurs années pendant la durée des paiements de primes au maximum.

Ø *Explication théorique de la zillmérisation :*

Soit un contrat de durée n dont la durée de paiement des primes vaut p .

Pour déterminer la prime de Zillmer, nous égalisons les valeurs actuelles probables des engagements de l'assureur et ceux de l'assuré à l'instant $t = 0$.

Soit ${}_n P_x$ la prime unique payable sans tenir compte de la zillmérisation. Ci- dessous la formule de la prime zillmérisée.

$${}_n z P_x * {}_p \ddot{a}_x = {}_n P_x + g^* {}_p \ddot{a}_x + g^2 * {}_n \ddot{a}_x + f$$

La prime de Zillmer vaut donc : ${}_n z P_x = ({}_n P_x + g^* {}_p \ddot{a}_x + g^2 * {}_n \ddot{a}_x + f) / {}_p \ddot{a}_x$

En utilisant la méthode prospective, la provision de Zillmer vaut :

$${}_n z V_x = {}_n V_x - f * {}_{p-k} \ddot{a}_{x+k} / {}_p \ddot{a}_x$$

En effet, les engagements annuels de l'assuré sont augmentés de $f / {}_p \ddot{a}_x$, cependant la PM zillmérisée doit respecter certaines règles que nous exposons ci- après.

Nous remarquons donc que la zillmérisation a pour but de diminuer la provision mathématique.

Ø Réglementation de la PM zillmérisée

La réglementation a imposé deux autres contraintes à la PM :

- La PM doit être positive ou nulle et ne doit pas être supérieure à la valeur de rachat du contrat.
- La PM ne doit pas être inférieure à celle correspondant au capital réduit.

Ø Formule de la zillmérisation :

En prenant en compte que les frais d'acquisition sont dépensés à l'origine pour payer les commissions aux apporteurs mais que les prélèvements pour y faire face sont prélevés ultérieurement sur les primes périodiques qui sont payées, la formule de la provision mathématique zillmérisée s'écrit :

$$\begin{aligned} \text{PM zillmérisée} &= \text{VAP}^{(2)} (\text{engagements futurs de l'assureur}) - \text{VAP} (\text{engagements futurs de l'assuré}) \\ &= \text{PM non zillmérisée} - \text{VAP des chargements d'acquisition sur les primes périodiques futures} \end{aligned}$$

Ce calcul, économiquement rationnel correspond à la prise en compte dans les engagements de l'assureur du prélèvement escompté des commissions sur les primes périodiques.

Ø Impact de la zillmérisation :

Tout d'abord, comme ce qui a été dit auparavant, la zillmérisation permet à l'assureur de faire face à une perte si l'assuré vient à racheter son contrat prématurément.

Sur le plan financier, elle a un impact immédiat dans le sens où elle conduit à réduire le niveau des charges de dotations aux provisions mathématiques.

Ø Provision mathématique de clôture et Provision mathématique d'ouverture :

Notons PM la provision mathématique.

PM ouverture :

⁽²⁾ VAP (engagements futurs de l'assuré) = valeur actuelle probable de l'engagement futur de l'assureur vis-à-vis de l'assuré

C'est la provision mathématique au début de l'année d'exercice. Pour l'année d'exercice k, elle vaut la PM de l'année k * loi de sorties (k) telle que :

Loi de sortie l'année 1 = 1

Loi de sortie l'année d'exercice k =

$$\prod_{l=1}^{k-1} (1 - \text{taux de rachat à l'exercice } l) * (1 - \text{taux de décès l'année d'exercice } l \text{ de l'individu d'âge } x \text{ à la souscription})$$

PM clôture :

C'est la provision comptabilisée en fin d'année d'exercice.

Elle est égale à la PM de l'année (k+1) * loi de sorties de l'année (k + 1)

5. Les modalités de transformation d'un contrat : le rachat

Nous ne nous intéresserons dans cette partie qu'au rachat de contrats.

Dès lors que l'assuré décide de cesser de payer ses primes, il a la possibilité de récupérer une partie de son épargne accumulée depuis la souscription de son contrat, c'est ce que nous appelons rachat de contrat.

Cette procédure possède néanmoins des limites afin d'éviter des problèmes techniques. En effet, certains contrats n'ouvrent pas droit aux rachats comme les capitaux différés sans contre-assurance c'est-à-dire sans garantie décès. En effet, quand l'assuré se sentira faible, il aurait envie de racheter son contrat avant son décès et pourtant les tarifs sont calculés en tenant compte de sa loi de mortalité. Si un rachat est donc permis avec ce genre de produits, il y aurait une anti-sélection prévisible en matière de rachat puisqu'il n'y aurait que les survivants qui ne rachèteraient pas leur contrat.

Concernant les produits à primes périodiques, ils offrent souvent une durée minimale d'obtention de valeur de rachat. Il s'agit par exemple du produit « Avenir retraite Investissement Avec Garantie Décès » que nous avons modélisé durant mon stage qui permet le rachat si 15% des primes ont été déjà payées ou si l'assuré a déjà payé l'intégralité des primes des deux premières années.

Par conséquent, il est admis de pénaliser un assuré qui rompt son contrat durant les premières années après sa souscription. Il s'agit de la pénalité de rachat qui s'écrit :

$$1- \text{Pénalité de rachat} = \begin{cases} (1 - ?(t)) \text{ si } t < \text{une durée fixée} \\ 1 \text{ sinon} \end{cases}$$

$$\text{Valeur de rachat} = (1 - \text{pénalité de rachat}) * \text{provision mathématique zillmériisée}$$

Où la fonction ? est une fonction décroissante avec le temps et c'est la pénalité. En effet, la pénalité de rachat est une fonction continue par morceaux, décroissante de 0 à t et fixe au-delà de t.

Cette pénalité de rachat ne peut pas excéder 5% de la provision mathématique pendant les t premières années du contrat et sera égale à 1 au-delà. Souvent t est égal à 10.

Ø Rappel de notions actuarielles :

A l'heure actuelle, nous disposons de trois niveaux de provisions mathématiques et un dérivé que nous appelons valeur de rachat :

V_k : provision mathématique pure de l'exercice k

V_k' : provision mathématique d'inventaire de l'exercice k

$V_k'' = V_k' - \text{zillm\u00e9risation } k$: provision mathématique zillm\u00e9ris\u00e9e de l'exercice k

$VR_k = V_k''$: valeur de rachat qui d\u00e9coule de la provision zillm\u00e9ris\u00e9e

Ø La valeur de rachat :

La formule de la valeur de rachat est :

$$VR_k = V_k' - \text{zillm\u00e9risation } (k)$$

6. L'int\u00e9r\u00eat technique :

Dans cette partie, il faut tenir compte du taux d'int\u00e9r\u00eat technique, nous utiliserons la provision d'inventaire dans les calculs. Nous signalons que la table de tarification et le taux d'int\u00e9r\u00eat technique pour chaque contrat sont fournis dans la table extraite de Cirvie⁽⁴⁾

Nous rappelons que la formule de l'int\u00e9r\u00eat technique est :

$$it_{k=} = \frac{\text{net } V_{k-1}' + \text{net } V_k'}{2} \cdot i \text{ avec } \text{net } V_{k-1}' = P \text{ (prime pure) lorsque } k = 1$$

7. Les frais et commissions :

De mani\u00e8re th\u00e9orique, la mod\u00e9lisation des frais et des commissions auraient d\u00fb \u00eatre faits comme ce qui est \u00e9tabli ci dessous. Cependant, pour des raisons techniques, une mod\u00e9lisation plus simple a \u00e9t\u00e9 effectu\u00e9e.

Il s'agit des commissions et des autres frais : de gestion et de structure.

- Commissions :

Celles-ci vont inclure les commissions d'acquisition et les commissions r\u00e9currentes.

Les commissions correspondent \u00e0 toutes les commissions pay\u00e9es dans l'exercice aux apporteurs et \u00e0 leur management.

Les commissions d'acquisition sont en principe sp\u00e9cifiques aux affaires nouvelles⁽⁵⁾ puisque pay\u00e9es la premi\u00e8re ann\u00e9e. Dans le cas o\u00f9 ces commissions seraient vers\u00e9es en plusieurs

⁽⁴⁾ Il s'agit de la base de donn\u00e9es qui g\u00e8re tous les contrats en assurance vie individuelle d'AGF Outre Mer

tranches (par exemple versement les 2^{ème} et 3^{ème} années), les tranches ultérieures pourront s'appliquer à certaines polices en portefeuille. Du fait que nous n'effectuons pas de calcul pour les affaires nouvelles, nous n'entrerons dans ce détail de calcul.

Par contre, toute la partie « commissions » récurrentes et reprises de commissions s'appliquera au portefeuille pour les polices concernées.

- Reprise de commissions:

En cas de chute (contrat annulé hors sinistres), les commissions précomptées, versées, seront reprises selon les modalités suivantes :

Si l'effet de la chute intervient dans les 3 premiers mois, il y a une reprise en totalité de la commission de la première année payée en une fois.

Sinon si l'effet de la chute est au-delà de ces 3 mois, et toujours dans la première année, il y a une reprise de commission selon la formule suivante :

$$\frac{\text{Commissions précomptées} * \text{nombre de quittances chutées pour l'année}}{\text{Nombre de quittances prévues pour l'année d'assurance}}$$

Cette règle est valable quelle que soit la nature de l'apporteur.

Il est cependant à remarquer que le montant de reprise de commission est lié à la commission de 1^{ère} année, il est probable que la commission de 1^{ère} année payée doit aussi être calculée (ou récupérée dans le fichier portefeuille) pour le portefeuille afin de calculer les reprises. Cependant, aucune modélisation de la reprise de commission ne sera effectuée, nous considérerons sa valeur comme étant nulle.

Il s'agit de représenter de la manière la plus exacte possible le commissionnement sur le périmètre concerné.

Le commissionnement se décompose entre :

- commissionnement directement lié aux contrats vendus
- Commissionnement « supplémentaire » que l'on décompose en sur-commissionnaire (liée au chiffre d'affaire global produit par l'apporteur, au taux de persistance,...) et en commissionnement des inspecteurs.

En général, ces deux derniers sont exprimés en pourcentage des commissions directes.

Le calcul des commissions de base dépend du mode de commissionnement (linéaire, escompté), de l'apporteur, de l'ancienneté du contrat. Il s'agit donc de disposer de ce type d'informations au niveau contrat ou plus simplement des taux de commissions à appliquer fonction de l'ancienneté (si disponible directement)

Deux approches sont envisageables :

- Modélisation fine : récupération de toutes les informations concernant le commissionnement dans les fichiers de données (apporteur, type de commissionnement, taux de commissionnement fonction des années, génération,...) et application directe des informations pour le calcul.
- Modélisation plus grossière : Cette modélisation nécessite des études au préalable sur les taux de commissionnement moyen des affaires nouvelles.

⁽⁵⁾ Affaires nouvelles : les affaires souscrites entre le 01 décembre 2007 et le 31 novembre 2008, les contrats ayant une durée courue inférieure à 1 à la date d'évaluation.

Fonction de la finesse des études, nous pourrions segmenter ce commissionnement moyen par famille/réseau. Dans ce cas, il faut rajouter ces critères discriminants dans la base de données Embedded value afin de pouvoir effectuer les calculs.

Les formules à utiliser sont identiques aux formules ci-dessous mais avec les taux de commissions moyens.

La commission d'acquisition, lorsqu'elle est précomptée, est versée dès la souscription et contrairement aux commissions linéaires, son assiette est la prime annualisée. Il est donc possible d'avoir pour la première année une commission versée supérieure à la prime payée (notamment pour les contrats souscrits en fin d'année)

Les formules utilisées sont:

Pour les affaires souscrites entre le 01-12-2007 et le 03-11-2008 uniquement et pour la première année :

Commission 1^{ère} année précomptée = taux de commission 1^{ère} année * prime annualisée

Pour les années suivantes, pour tout le portefeuille :

Commissions suivantes = taux de commission année k * prime payée

Pour les commissions non précomptées, le calcul résulte uniquement du produit de la prime payée par le taux de commission en vigueur l'année étudiée

8. Le solde financier :

Les produits financiers sont calculés en fonction des PM moyennes des 3 catégories de produits suivantes : primes périodiques, prévoyance collective & assurances emprunteur, épargne.

Dans cette partie, nous utilisons le taux de placement financier qui a été fourni par la direction du pôle financier.

Le solde financier est égal au revenu total non technique du portefeuille.

De manière générale :

Solde financier = actions* taux des actions + Immobiliers*taux de l'immobilier + trésorerie* taux de trésorerie + revenus des actifs obligataires
--

Dans notre cas,

Solde financier = intérêt technique* taux de placement financier

*D. Présentation du
périmètre d'études*

1. Périmètre d'études :

Notre étude porte sur toutes les garanties principales des produits à primes périodiques commercialisés par les AGF Outre- Mer en assurance vie individuelle qu'il s'agit des vies entières, des capitaux différés, des produits mixtes ou autres.

Résumons ci-dessous les principales combinaisons existantes en assurance vie individuelle étudiées lors de mon stage:

Ø L'assurance en cas de décès :

Il s'agit d'une assurance qui permet de garantir à l'assuré contre le risque décès.

L'assurance temporaire :

Elle garantit le paiement d'un capital au bénéficiaire désigné si le décès de l'assuré survient avant une date déterminée. Si l'assuré est toujours en vie à l'échéance, l'assureur est libéré de toute obligation. Souvent cette garantie prévoit une contre- assurance qui permet le remboursement des primes versées en cas de survie de l'assuré au terme du contrat.

L'assurance vie entière :

C'est une assurance qui garantit le versement de capital fixe lors du décès de l'assuré quelle que soit l'époque de survenance du décès.

Ø L'assurance en cas de vie :

Il s'agit de la garantie inverse à l'assurance en cas de décès

L'assurance de capital différé :

L'assureur prend l'engagement de verser à l'assuré un capital déterminé, s'il est en vie à une époque déterminée. Dans ce cas, le décès prématuré de l'assuré libère la société d'assurances de tout engagement.

L'assurance de rente différée :

Il s'agit de la même garantie que précédemment, cependant au lieu de verser un capital l'assureur versera une rente servie soit toute la vie de l'assuré soit seulement pour une période déterminée.

L'assurance de rente immédiate :

L'assureur sert périodiquement à l'assuré, soit pendant un certain temps soit pendant toute la vie de l'assuré une rente déterminée en contre- partie d'un capital payé à la souscription

Ø L'assurance mixte :

C'est l'adjonction d'une assurance temporaire à une assurance de capital différé. Il s'agit d'une assurance alternative, en effet elle porte sur deux risques contradictoires : le décès d'un côté et la survie d'un autre.

Cette assurance permet donc à l'assuré de contracter dans une même police une opération de prévoyance et la constitution d'une épargne.

L'assurance terme fixe.

Que l'assuré soit en vie ou non l'assureur versera à une date déterminée un capital soit à l'assuré s'il est en vie, soit à son bénéficiaire si l'assuré est décédé.

2. Cartographie des contrats

Une fois par an, l'ensemble des contrats en stock sont regroupés en familles de contrats homogènes, encore appelées les Model points.

– Les différents critères de regroupement sont le type du produit, la garantie offerte par le produit, le tarif, le fractionnement des primes et le type d'assurés ciblés.

Nous disposons donc des familles suivantes :

- Avenir retraite investissement avec garantie décès (ARI-AGD),
- Avenir retraite investissement sans garantie décès (ARI-SGD),
- MIV : produit mixte,
- plan A4,
- GOOM : garanties obsèques Outre- Mer,
- EI : épargne investissement,
- ERC : épargne retraite certaine,
- EPI : Epargne Prévoyance Investissement,
- CONTINUA : vie entière

Le type de chaque produit est donné dans le tableau ci- dessous.

Le programme de classement par famille a été fait sur SAS durant le programme d'extraction des données utilisées pour le calcul de l'Embedded value. Ce programme est placé en annexe 3, paragraphe 4.

Ci dessous le tableau récapitulatif des produits étudiés classés par famille homogène de produits, les chiffres d'affaires moyens par contrat, le nombre total de contrats arrêté à la date du 30 mai 2008.

Famille de produits	type	Périodicité des paiements des cotisations					Prime unique	Nombre total des contrats	Capitaux Assurés Moyens	montant de prime moyenne annuelle
		Annuelle	Semestrielle	Trimestrielle	Mensuelle					
ARI-AGD	capital différé	29	6	48	2292		2852	16995,05	844,42	
ARI-SGD	capital différé	1			9		45	47281,23	637,13	
EI	terme fixe	20	4	61	2352	5	3150	13025,22	613,89	
EPI-50	terme fixe	1		6	131		173	15538,07	544,69	
EPI-100	terme fixe	12	1	41	1948	6	2560	11690,74	541,32	
EPI-200	terme fixe	2	2	4	125		179	13219,89	570,41	
EPI-300	terme fixe	10	3	18	2602	1	3430	7999,64	369,81	
EPI-RTE	terme fixe	6	1	15	2270	1	2780	6018,82	292,12	
ERC	terme fixe	43	3	22	1965		3064	16371,2	609,9	
GOOM	vie entière	51	1	26	7826		8256	3921,82	292,12	
MIV	mixte		1	29	174		347	14415,32	444,91	
PLAN A4	mixte	52	19	69	11081		12137	11434,99	778,05	

Pour les contrats mixtes et vies entières, les capitaux assurés sont les capitaux assurés en cas de décès.

Pour les contrats termes fixes, capitaux différés, les capitaux assurés sont les capitaux assurés en cas de vie.

Il s'agit par la suite de présenter les hypothèses de calcul. Pour chaque poste du solde de souscription, nous allons établir les formules utilisées pour chaque année d'exercice.

*E. Les hypothèses retenues pour la
modalisation*

1. Les hypothèses retenues pour le modèle :

- Unité de temps : année
- Les primes sont payées en début d'exercice (annuellement)
- Les rachats ont lieu juste après le paiement de la prime.
- Les décès se produisent en milieu d'année (donc après les rachats)
- Nous ne tenons pas compte de la revalorisation ni dans les cotisations ni dans les PM, rachats, décès et termes dans la modélisation. Ceci ne modifie pas la valeur du portefeuille car nous intégrerons dans cette valeur la part des produits financiers qui peuvent être conservés par l'assureur.

2. Notations retenues et définitions:

- X : âge de l'assuré à la date d'effet du contrat
- n : la durée du contrat
- k : la durée courue arrondie du contrat au 30/11/2008
- 30/11/2008 : date d'évaluation de la valeur du portefeuille d'AGF outre- Mer
- PM : provision mathématique
- PP : primes périodiques

Année d'exercice :

Dans le calcul de l'Embedded value, nous étudions les flux futurs pour une année d'exercice k variant de 1 à 25 c'est-à-dire de 2008 à 2033. L 'année d'exercice 1 représente donc la période du 30 novembre 2008 au 01 décembre 2009.

3. La valeur du portefeuille :

Il s'agit par la suite d'actualiser les résultats d'assurance nets d'impôts et du coût de la marge de solvabilité.

Nous prendrons comme exemple l'Embedded value au 30 novembre 2008 pour le portefeuille. Nous allons ainsi actualiser les résultats au 30-11-2009, 30-11-2010... sur 25 ans pour tous les contrats en cours au 30-11-2008.

Pour cela, nous allons d'abord calculer tous les éléments du solde de souscription dont la formule est : **Solde de souscription = primes + ajustement ACAV - charges de prestations - charges de provisions d'assurances vie**

Nous commencerons par les chiffres d'affaires, les provisions, les charges de PM, les charges de rachats, les charges de sinistres pour chaque année d'exercice.

*F. La modélisation du solde de
souscription*

Pour tous les postes du solde de souscription tous les calculs sont faits contrat par contrat. Nous allons développer ci- dessous les formules utilisées pendant la modélisation pour toutes les années d'exercice.

1. Les chiffres d'affaires:

Pour la première année d'exercice (exercice du 30-11-2008 au 30-11-2009) : pour chaque contrat en cours au 30-11-2008, nous avons la prime annuelle.

Pour la deuxième année d'exercice (exercice du 30-11-2009 au 30-11-2010) : pour chaque contrat en cours au 30-11-2008, le chiffre d'affaires vaut la prime annuelle*(1- taux de rachat de l'année 1)*(1- taux de décès pendant la première année pour un individu d'âge x à la souscription)

Pour l'année d'exercice du 30-11-2008 + k au 30-11-2009 + k avec k un entier naturel il s'agit de la prime annuelle*loi de sorties l'année k. Nous définissons la loi de sorties l'année k comme suit :

Loi de sortie l'année 1 = 1

Loi de sortie l'année d'exercice k =

$$\prod_{l=1}^{k-1} (1 - \text{taux de rachat à l'exercice } l) * (1 - \text{taux de décès l'année d'exercice } l \text{ de l'individu d'âge } x \text{ à la souscription})$$

Cette loi de sorties peut être interprétée comme le nombre de contrats restant en cours au début de l'année d'exercice k

2. Les provisions mathématiques :

Soit k un entier naturel

PM clôture :

C'est la provision comptabilisée en fin d'année d'exercice.

La PM au 30-11-2008 : Pour chaque contrat en cours au 30-11-2008, la PM par contrat est calculée en fonction de l'âge de l'assuré au 30-11-2008 et de la durée courue du contrat au 30-11-2008.

La PM au 30-11-2009 : pour chaque contrat en cours au 30-11-2008, il s'agit de la PM par contrat, calculée en fonction de l'âge de l'assuré au 30-11-2009 et de la durée courue au 30-11-2009 multipliée par (1- taux de rachat l'année 1)* (1- taux de décès l'année 1 pour un individu d'âge x à la date de souscription)

Le taux de rachat est fonction du produit et de l'ancienneté du contrat au 30-11-2008. Le taux de décès est fonction de l'âge de l'assuré au 30-11-2008.

La PM au 30-11-2008 + k s'agit de la provision mathématique calculée en fonction de l'âge de l'assuré au 30-11-2008 + k et de la durée courue du contrat au 30-11-2008 + k multipliée par la loi de sorties l'année k + 1. La formule de cette loi de sorties est donnée ci- dessus.

3. Les charges de PM :

Soit k un entier naturel

Il convient de rappeler l'importance des provisions mathématiques, en effet ces réserves constituent une part importante de l'ordre des 90 à 95% du passif d'un assureur

Dans la modélisation effectuée, aucune interpolation n'a été effectuée. En effet, ce qui nous intéresse est le delta de provisions mathématiques. La charge de PM pour l'exercice k est égale à la PM en fin d'exercice k – la PM en fin d'exercice k-1.

Exercice du 01/12/2008 au 30/11/2009 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008 et qui ne sont pas à terme pendant l'exercice, la charge de PM vaut la PM clôture de l'année d'exercice 1 - la PM clôture de l'année d'exercice précédente.

Exercice du 01/12/2009 au 01/12/2010 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008 et qui ne sont pas à terme durant l'exercice, la charge de PM vaut $PM \text{ clôture}(x, n, 2) - PM \text{ clôture}(x, n, 1)$

Pour tous les contrats qui arrivent à terme durant l'exercice, la charge de PM vaut – PM clôture de l'année d'exercice précédente.

Pour les contrats qui sont arrivés à terme pendant l'exercice précédent, la charge des PM est nulle.

Exercice du 01/12/2008+ k au 01/12/209+ k :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008 et qui ne sont pas à terme durant l'exercice ou les exercices antérieurs, la charge de PM clôture $(x, n, k) - PM \text{ clôture}(x, n, k - 1)$

Pour tous les contrats qui arrivent à terme durant l'exercice, la charge de PM vaut – PM clôture de l'année d'exercice précédente.

Pour les contrats qui sont arrivés à terme pendant l'exercice précédent, la charge des PM est nulle.

4. Les charges de rachats :

Soit k un entier naturel

Exercice du 01/12/2008 au 30/11/2009 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge des rachats est le taux de rachat de l'année 1 * $PM(x, n, 1)$

Exercice du 01/12/2009 au 30/11/2010 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge des rachats vaut (taux de rachat de l'année 2)*(1 - taux de rachat l'année 1)*(1 - taux de décès l'année 1 pour un assuré d'âge x à la date d'effet)* $PM(x, n, 2)$

Exercice du 01/12/2008 + k au 30/11/2009 + k :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge des rachats vaut (taux de rachat de l'année k + 1)*loi de sorties l'année (k + 1)* $PM(x, n, k + 1)$

5. Les charges de sinistres : décès :

Exercice du 01/12/2008 au 30/11/2009 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge de décès vaut (taux de décès l'année 1 pour un assuré d'âge x à la souscription)*(1 - taux de rachat l'année 1)*(capital en cas de décès de l'assuré)

Exercice du 01/12/2009 au 30/10/2010

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge de décès vaut (taux de décès l'année 2 pour un assuré d'âge x à la souscription) \cdot (1 - taux de rachat l'année 2) \cdot (1 - taux de décès l'année 1 pour un assuré d'âge x à la souscription) \cdot (1 - taux de rachat l'année 1) \cdot (capital en cas de décès de l'assuré)

Exercice du 01/12/2008+k au 30/11/2009+k :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge de décès vaut (taux de décès l'année $k + 1$ pour un assuré d'âge x à la souscription) \cdot (1 - taux de rachat l'année $k + 1$) \cdot loi de sorties l'année ($k + 1$) \cdot (capital en cas de décès de l'assuré)

6. L'intérêt technique :

Exercice au 01/12/2008 au 30/11/2009 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, Le poste intérêt technique vaut $(1/2) \cdot$ (PM clôture de l'année d'exercice 0 + PM clôture de l'année d'exercice 1) $\cdot i$ où i est le taux d'intérêt technique du contrat

Exercice du 01/12/2009 au 30/10/2010 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, l'intérêt technique vaut $(1/2) \cdot$ (PM clôture de l'année d'exercice 1 + PM clôture de l'année d'exercice 2) $\cdot i$ où i est le taux d'intérêt technique du contrat

Exercice du 30-11-2008 + k au 30-11-2009 + k :

Soit k un entier naturel

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, Le poste intérêt technique vaut $(1/2) \cdot$ (PM clôture de l'année d'exercice $k + 1$ + PM clôture de l'année d'exercice k) $\cdot i$ où i est le taux d'intérêt technique du contrat

Le programme de calcul de l'intérêt technique est explicité en annexe 3, paragraphe 5.

7. Les termes :

Il s'agit de la prestation finale que l'assureur doit à l'assuré s'il est en vie au terme de son contrat.

La formule de calcul des charges des termes est définie ci-dessous pour toutes les années d'exercice :

Exercice du 01/12/2008 au 30/11/2009

Pour les contrats qui arrivent à terme pendant l'exercice, la charge des termes vaut le capital garanti au terme multiplié par $(1 - \text{taux de rachat de l'année 1}) \cdot (1 - \text{taux de décès l'année 1})$ pour un assuré d'âge x à la date de souscription)

Exercice du 01/12/2009 au 30/11/2010

Pour les contrats qui arrivent à terme pendant l'exercice, la charge des termes vaut le capital garanti au terme multiplié par $(1 - \text{taux de rachat l'année 1}) \cdot (1 - \text{taux de décès } x, 1) \cdot (1 - \text{taux de rachat l'année 2}) \cdot (1 - \text{taux de décès } x, 2)$

Exercice du 30-11-2008 + k au 30-11-2009 + k

Pour les contrats qui arrivent à terme pendant l'exercice, la charge des termes vaut le capital garanti au terme multiplié par la loi de sorties l'année ($k + 2$)

Ci- après nous allons présenter une application de la modélisation à un produit- clé d'AGF Outre-mer. Il s'agit du plan A4.

G. Application au produit Plan A4

1. Modélisation du nombre de contrats par année d'exercice :

Il est nécessaire de modéliser le nombre de contrats pour toutes les années d'exercice en tenant compte des sorties.

Cette partie de la modélisation est la même pour tous les produits étudiés.

Dans cette partie de la modélisation, pour chaque année d'exercice, nous récupérons tous les contrats qui sont en cours au 30-11-2008, nous les faisons chuter de rachats et de décès et des contrats qui arrivent à leur terme tous les ans.

∨ **Les taux de rachats :**

Les lois de rachats dépendent de chaque famille de produits. Pour chaque famille de produits, il est établi selon des études faites en 2005 une loi de rachat qui dépend de l'année d'exercice, de l'étude et de l'ancienneté du contrat à l'année d'exercice.

∨ **Les taux de décès :**

Dans la modélisation des sinistres décès étudiés dans l'Embedded value, nous utilisons principalement la TD 8890.

La population assurée dans le portefeuille d'AGF Outre mer présente une sous-mortalité. La raison de cette dernière est multiple : la sélection médicale à la souscription, la rigueur dans la gestion des sinistres qui élimine les fausses déclarations et la composition de la population assurée.

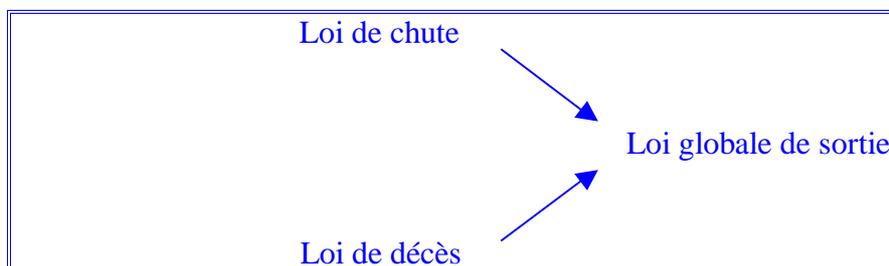
Nous pouvons considérer par les résultats observés qu'au cours de ces dernières années, la sinistralité sur portefeuille d'AGF Outre-mer peut être modélisée par un abattement forfaitaire de 36%.

$$q_x^{observé} = (1 - 36\%) \times q_x^{th} = 64\% \times q_x^{th}$$

∨ **La loi globale de sortie**

Soit k un entier naturel

La loi de sortie globale de l'année k indique le pourcentage de contrats restant en vie après k années d'exercice. La loi de sortie globale est donc une combinaison des lois de chute et décès.



∨ **Taux de sortie réel et taux de sortie estimé :**

- Loi de décès :

La probabilité de décès augmentant avec l'âge, il est donc important de noter que plus nous avançons dans le temps, plus le nombre de décès va augmenter. Par contre, il faut noter que comme le décès se produit après le rachat, nous faisons d'abord chuter le nombre de contrats par le nombre de rachats avant de le faire chuter par le nombre de décès.

- Loi de rachats :

Une étude faite au milieu de l'année 2005 et qui n'a pas été reconduite cette année nous a permis d'obtenir des taux de rachats qui dépendent de l'année d'exercice et de la durée courue du contrat à la date d'évaluation.

Ci- dessous la présentation de ces taux de chute utilisés pour la modélisation du plan A4 :

Année d'exercice	Durée courue = 0	Durée courue = 1	Durée courue = 2 et plus	Taux de chute moyen
1	15%	11%	10%	9%
2	11%	10%	10%	7.75%
3	10%	10%	10%	7.5%
4	10%	10%	10%	7.5%
5	10%	10%	10%	7.5%
6	10%	10%	10%	7.5%
7	10%	10%	10%	7.5%
8	10%	10%	10%	7.5%
9	10%	10%	10%	7.5%
10	10%	10%	10%	7.5%
11	10%	10%	10%	7.5%
12	10%	10%	10%	7.5%
13	10%	10%	10%	7.5%
14	10%	10%	10%	7.5%
15	10%	10%	10%	7.5%
16	10%	10%	10%	7.5%
17	10%	10%	10%	7.5%
18	10%	10%	10%	7.5%
19	10%	10%	10%	7.5%
20	10%	10%	10%	7.5%
21	10%	10%	10%	7.5%
22	10%	10%	10%	7.5%
23	10%	10%	10%	7.5%
24	10%	10%	10%	7.5%
25	10%	10%	10%	7.5%
26	10%	10%	10%	7.5%
27	10%	10%	10%	7.5%
28	10%	10%	10%	7.5%
29	10%	10%	10%	7.5%
30	10%	10%	10%	7.5%

Une étude effectuée sur de simples observations réelles montre que le taux de chute réel s'éloigne de ces taux estimés mais donne le même ordre de grandeur quand nous prenons la moyenne.

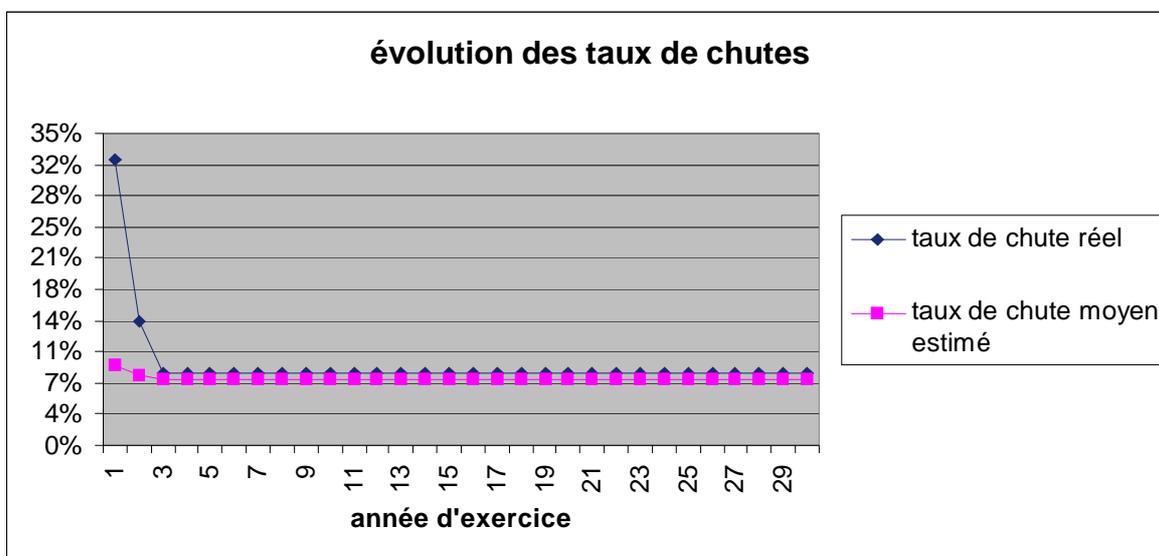
Ensuite, nous avons remarqué que le taux de chute que nous avons utilisé dépend de l'année d'exercice et de la durée courue du contrat. Ceci nous semble dans un premier temps fiable et donne un résultat assez satisfaisant, cependant nous émettons une réserve dans le sens où vers les premières années d'évaluation, le taux réel de rachat est très différent du taux estimé moyen.

Mais aucune nouvelle étude n'a été réalisée, nous avons gardé ces lois de rachats.

Cependant, nous tenons à présenter ci- après les taux réels de chute de ce produit qui seront présentés par année d'exercice :

Année d'exercice	Taux de chute réel
1	32%
2	14%
3	8%
4	8%
5	8%
6	8%
7	8%
8	8%
9	8%
10	8%
11	8%
12	8%
13	8%
14	8%
15	8%
16	8%
17	8%
18	8%
19	8%
20	8%
21	8%
22	8%
23	8%
24	8%
25	8%
26	8%
27	8%
28	8%
29	8%
30 et plus	8%

Nous montrons en effet que la différence entre le taux réel de chute et le taux estimé est importante au début de l'évaluation mais s'estompe vers la troisième année, comme le montre le graphique ci- dessous :



Une conséquence à cela est une hausse des charges de rachats vers les premières années de l'évaluation, lorsque nous utilisons les taux de chute moyens. Cela a pour conséquence de baisser le résultat des deux premières années.

Exemple :

Considérons un produit présentant :

- un taux de chute de 10 % la 1ère année, 8% la 2e année et 5% les années suivantes,
- une loi de décès

En combinant les lois de chute et de décès nous obtenons la **loi globale de sortie** (*la combinaison revient à une multiplication*)

Année k	Loi de décès	Loi de chute	Loi de sorties
0	1	1	1
1	0,99874	0,90000	0,89887
2	0,99740	0,82800	0,82585
3	0,99600	0,78660	0,78345
4	0,99453	0,74727	0,74318
5	0,99298	0,70991	0,70493
6	0,99133	0,67441	0,66856
7	0,98958	0,64069	0,63401
8	0,98775	0,60866	0,60120
9	0,98578	0,57822	0,57000
10	0,98364	0,54931	0,54032

Pour un contrat à la date initiale, il reste 0,54032 au bout de 10 ans.

Le programme de calcul du nombre de contrat est placé en annexe 3, paragraphe 1.

2. Modélisation des primes payées par année d'exercice :

Soit k un entier naturel positif

Dans cette partie, il a fallu écrire un programme pour chaque famille de produits. Mais seule la partie effectuée pour le produit Plan A4 sera spécifiée.

Cependant, dans tous les cas, il faut calculer le taux de prime pure ou le prix du risque, le taux de prime d'inventaire : prix du risque + chargements de gestion, le taux de prime commerciale unique ou périodique selon la tarification du produit : prime d'inventaire + chargements d'acquisition.

Nous tenons à rappeler, selon les hypothèses de calcul fixées pour le calcul de l'Embedded value que nous considérons le paiement des primes périodiques comme annuelles.

Avant de présenter les résultats du solde de souscription, nous allons présenter ci- dessous la tarification et le provisionnement de ce produit.

∨ Présentation :

Le mode de souscription est en primes périodiques.

Les cotisations à échoir cessent d'être dues au décès de l'assuré. Soit n la durée du contrat.

Eléments tarifaires.

Table : TD 88-90

Taux technique : 3,25 %

∨ Tarification :

Notations : $t_1 = n/4$
 $t_2 = n/2$
 $t_3 = 3n/4$

Nous désignons par t_1, t_2, t_3 , le temps entre la date d'effet du contrat et les échéances partielles avec $t_1=n/4, t_2=n/2, t_3=3n/4$

k est le temps écoulé, en nombre d'années, entre la date d'effet et la date de calcul de la provision mathématique.

	Prime unique	Primes périodiques
Taux de prime pure	$\Pi_{x:n} = 0,2 \times ({}_{t_1}E_x + {}_{t_2}E_x + {}_{t_3}E_x) + 0,4 * {}_nE_x + A_{x:n}$	$P = \Pi_{x:n} / \ddot{a}_{x:n}$
Taux de prime d'inventaire	$\Pi'_{x:n} = \Pi_{x:n} + g_1 \ddot{a}_{x:n}$	$P' = \Pi'_{x:n} / \ddot{a}_{x:n}$
Taux de prime commerciale	$\Pi''_{x:n} = \Pi'_{x:n} / (1-g_4)$	$P'' = P' / (1-g_4)$

∨ Amélioration au niveau des primes

Nous tenons à remarquer que dans la base Cirvie, la valeur de la prime réelle payée est donnée. Les calculs des différentes primes pour les autres années d'exercice sont calculés à partir de cette prime.

Pour chaque année d'exercice k , nous avons comme prime annuelle :

Prime annuelle payée l'année k = prime annuelle réelle* loi de sorties de l'année d'exercice k

Cette loi de sorties a été définie auparavant.

Le programme de calcul des primes annuelles pour le produit Plan A4 est détaillé en annexe 3, paragraphe 2. Nous tenons à remarquer que dans cette partie, nous calculons les différents taux de primes : taux de prime pure, taux de prime commercial et taux de prime d'inventaire.

3. Provisions Mathématiques

Posons $F1 = F2 = F3 = 1$ tels que :

- si $k \geq t_1 \quad \Rightarrow \quad F1 = 0$
- si $k \geq t_2 \quad \Rightarrow \quad F2 = 0$
- si $k \geq t_3 \quad \Rightarrow \quad F3 = 0$

Le taux de prime unique d'inventaire peut alors se définir ainsi :

$$? '_{x+k:n-k} = 0,2 \times ({}_{t1-k} E_{x+k} * F1 + {}_{t2-k} E_{x+k} * F2 + {}_{t3-k} E_{x+k} * F3) + 0,4 \times {}_{n-k} E_{x+k} + A_{x+k:n-k} + g_1 \ddot{a}_{x+k:n-k}$$

Dans les calculs d'interpolation entre deux dates anniversaire du contrat, il importe de distinguer l'engagement de l'assureur $? '_{x+k:n-k}$ selon que l'on se situe juste avant l'anniversaire du contrat ou juste après.

Nous avons en effet pour $k = t1$:

$$\begin{aligned} ? '_{x+t1:n-t1}^- &= 0,2 \times (1 + {}_{t2-t1} E_{x+t1} + {}_{t3-t1} E_{x+t1}) + 0,4 \times {}_{n-t1} E_{x+t1} + A_{x+k:n-k} + g_1 \ddot{a}_{x+k:n-k} \\ ? '_{x+t1:n-t1}^+ &= 0,2 \times ({}_{t2-t1} E_{x+t1} + {}_{t3-t1} E_{x+t1}) + 0,4 \times {}_{n-t1} E_{x+t1} + A_{x+k:n-k} + g_1 \ddot{a}_{x+k:n-k} \end{aligned}$$

et de la même manière, pour $k = t2$ et $k = t3$

$$\begin{aligned} ? '_{x+t2:n-t2}^- &= 0,2 \times (1 + {}_{t3-t2} E_{x+t2}) + 0,4 \times {}_{n-t2} E_{x+t2} + A_{x+t2:n-t2} + g_1 \ddot{a}_{x+t2:n-t2} \\ ? '_{x+t2:n-t2}^+ &= 0,2 \times ({}_{t3-t2} E_{x+t2}) + 0,4 \times {}_{n-t2} E_{x+t2} + A_{x+t2:n-t2} + g_1 \ddot{a}_{x+t2:n-t2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? '_{x+t3:n-t3}^- &= 0,2 + 0,4 \times {}_{n-t3} E_{x+t3} + A_{x+t3:n-t3} + g_1 \ddot{a}_{x+t3:n-t3} \\ ? '_{x+t3:n-t3}^+ &= 0,4 \times {}_{n-t3} E_{x+t3} + A_{x+t3:n-t3} + g_1 \ddot{a}_{x+t3:n-t3} \end{aligned}$$

Pour les valeurs de $k <> t1, t2$ et $t3$ nous avons $? '_{x+k:n-k}^- = ? '_{x+k:n-k}^+$

Les provisions mathématiques non zillmériisée V'_k et zillmériisée V''_k sont les suivantes :

$$\begin{aligned} V'_k &= ? '_{x+k:n-k} - P' \ddot{a}_{x+k:n-k} \\ V''_k &= V'_k - t_Z P' \ddot{a}_{x+k:n-k} \quad \text{si } k < 10 \\ V''_k &= V'_k \quad \text{si } k \geq 10 \end{aligned}$$

Dans cette première modélisation, la zillmériisation n'a pas été effectuée.

Nous considérerons donc les valeurs des provisions V'_k^- et V'_k^+ pour les valeurs des provisions juste avant ou juste après les échéances principales.

Les valeurs interpolées des provisions pour $k_1 < t < k_2$ sont les suivantes :

$$V'_k = (t - k_1) V'_{k_1} + (k_2 - t) V'_{k_2}$$

Mais comme nous avons fait une hypothèse pour dire que la date de souscription coïncide avec la date d'évaluation, aucune interpolation n'est effectuée.

4. Modélisation des charges de PM :

Il s'agit de la différence entre la provision mathématique tenant compte des chutes de l'année d'exercice et des années précédentes et la provision mathématique tenant compte des chutes des exercices précédant l'exercice en cours.

Quel que soit le type du produit, la formule des charges de PM est la même pour tous les produits.

5. Valeur de rachat :

Comme ce qui a été dit auparavant, un rachat n'est pas une garantie systématique offerte par un contrat d'assurance. Malgré la pénalité de rachat applicable au début du contrat, il faut également que certaines conditions doivent être réunies. Pour le produit Plan A4, si les deux premières primes annuelles ou 15 % des primes prévues au contrat ont été payées, alors le rachat est autorisé.

Dans ce cas, la valeur de rachat après k années est égale à :

$$W_k = (1 - \theta) \times V''_k$$

La valeur de rachat est nulle si la condition sur le paiement des primes n'est pas remplie. Le calcul de la pénalité de rachat est réalisé selon les normes AGF.

$$\theta = \begin{cases} (10 - k) \cdot 0.5\% \text{ les 10 premières années} \\ 0\% \text{ au-delà de la 10}^{\text{ème}} \text{ année} \end{cases}$$

La pénalité est donc de 5 % la première année, décroissante de 0,5 % par an, jusqu'à 0% à partir de la onzième année du contrat.

Le calcul de la provision mathématique à l'époque k pour calculer la valeur de rachat résulte alors d'une interpolation entre les provisions mathématiques obtenues successivement aux époques t et t + 1 :

$$V''_k = V''_t \cdot \frac{12 - m}{12} + V''_{t+1} \cdot \frac{m}{12}$$

Comme notre hypothèse est d'effectuer les rachats après le paiement de primes en début d'année, cette interpolation n'est pas nécessaire dans la modélisation de la charge de rachats. Et par conséquent, au lieu d'utiliser la valeur interpolée des provisions comptabilisées, nous utiliserons la valeur de la provision comptabilisée pour l'année d'exercice considérée.

La charge de rachats vaut la valeur de rachat multipliée par (loi de rachat du contrat pour l'exercice k) * (1 - loi de rachat du contrat les années précédentes) * (1 - taux de décès pour

l'exercice k et les exercices précédentes pour un individu d'âge x à la date de souscription du contrat)

6. Modélisation des charges des termes :

Il s'agit de la prestation finale que l'assureur doit à l'assuré s'il est en vie au terme de son contrat.

Mais il existe aussi les termes partiels, c'est-à-dire que pour le produit Plan A4, il existe trois échéances partielles durant lesquelles l'assureur paie des charges partielles des termes. La formule pour le calcul est la même que celle utilisée pour les charges termes, mais au lieu d'utiliser la durée du contrat, nous utilisons les échéances partielles désignées par $t_1=n/4$, $t_2=n/2$, $t_3=3n/4$.

7. Modélisation de l'intérêt technique :

Nous rappelons que la formule de l'intérêt technique est approximée à la demi-somme de la provision de clôture de l'année k et de la provision de clôture de l'année k-1 multipliée par le taux d'intérêt technique divisé par 2.

8. Prestations de sorties :

Nous tenons à remarquer que les prestations de sorties sont égales à la somme de la prestation de rachats et de la prestation de décès.

La prestation de décès est définie comme la loi de sorties multipliée par le capital garanti et la prestation de rachats est définie comme la valeur de rachat multipliée par la loi de sorties. Comme énoncé ci-dessus, la pénalité est considérée nulle.

9. Présentation des sorties SAS :

Nous allons présenter les sorties extraites sur Excel des différents postes énoncés ci-dessus. Pour tous les 12600 contrats Plan A4 en cours à la date d'évaluation, représentant un chiffre d'affaires de 8 408 000 euros, nous avons :

	PM clôture	PRIMES	PREST MORT.	PREST RACH.	PREST TERMES	PREST SORTIE	INT TECH	SS
2008	16 817 965,56							
2009	18 560 226,87	8 408 170,29	341 738,84	1 865 080,93	14 131,55	6 293 656,04	4 291 956,00	8 608 669,60
2010	18 861 460,71	7 514 842,45	328 990,04	1 881 895,45	42 506,25	5 809 175,75	4 021 135,51	7 127 520,49
2011	19 014 106,85	6 693 679,67	315 999,69	1 888 058,52	133 521,68	6 154 272,74	3 770 679,30	6 269 492,56
2012	18 272 361,65	5 933 729,64	302 321,05	1 808 854,56	183 816,05	6 967 484,54	3 379 095,45	5 421 758,86
2013	16 228 342,04	5 280 014,92	289 985,89	1 610 234,25	125 999,56	6 124 608,60	3 036 184,60	4 589 701,21
2014	14 476 573,80	4 699 746,69	278 978,58	1 435 745,55	119 118,31	4 234 514,35	2 678 953,15	3 966 178,09
2015	14 043 692,88	4 149 774,42	264 564,67	1 382 685,92	214 457,31	3 876 397,70	2 368 732,23	3 541 303,24
2016	13 542 972,19	3 642 003,77	248 889,45	1 326 438,56	278 586,63	3 961 684,07	2 121 271,02	3 064 235,22
2017	12 598 339,77	3 210 202,50	234 874,10	1 237 734,17	220 998,04	4 032 542,62	1 881 487,01	2 595 950,00
2018	11 276 187,42	2 823 367,33	221 735,90	1 105 438,56	221 801,83	3 683 852,37	1 638 438,95	2 175 818,73
2019	9 982 876,24	2 447 847,47	205 684,23	961 041,25	372 463,73	2 782 082,61	1 385 462,92	1 821 192,86
2020	9 227 994,38	2 067 465,83	185 830,97	859 291,91	635 075,31	2 640 829,60	1 160 692,60	1 563 982,18
2021	8 304 253,96	1 720 324,03	163 574,42	750 950,17	794 752,25	2 319 130,41	1 002 742,41	1 281 647,47
2022	7 412 273,05	1 397 641,11	140 876,76	652 962,72	882 645,85	2 543 536,63	874 700,56	1 047 628,85
2023	6 066 869,93	1 060 065,44	111 827,57	487 066,36	1 196 206,37	2 474 861,84	743 127,27	791 426,68
2024	4 499 522,45	716 798,16	77 714,30	305 100,76	1 448 514,88	1 848 632,92	604 726,88	592 060,68
2025	3 226 684,80	504 589,69	57 261,34	235 347,38	873 211,02	1 187 612,85	475 945,26	473 127,69
2026	2 451 753,55	342 023,73	41 345,66	175 986,94	691 884,11	929 520,74	388 429,35	349 549,00
2027	1 807 522,44	150 967,46	19 263,94	82 191,53	985 607,11	1 087 387,47	316 239,47	253 030,04
2028	846 680,18	13 565,15	1 874,29	7 323,39	773 446,24	784 237,45	241 716,59	154 702,80
2029	73 559,78	11 083,58	1 644,02	6 579,10	7 768,80	18 228,43	174 259,01	71 326,69
2030	64 651,77	7 697,61	1 204,27	4 838,60	16 265,78	22 788,70	153 959,59	60 138,20
2031	48 354,63	4 045,25	636,66	2 706,42	21 290,45	25 038,44	135 549,20	49 951,30
2032	26 776,55	949,92	178,75	630,18	20 474,72	21 283,65	118 669,46	41 191,77
2033	6 266,84	769,36	-	-	-	-	103 487,17	33 507,74

Ci dessous nous allons présenter l'évolution de la provision de clôture avec le temps.

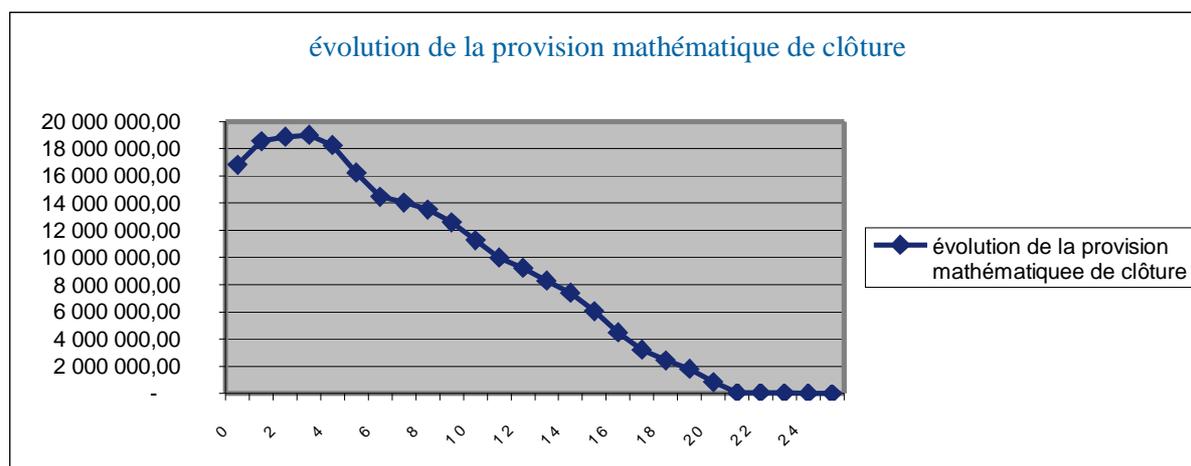
✓ *Evolution de la provision de clôture*

Nous avons exposé auparavant l'évolution d'un capital différé afin de montrer que la provision mathématique est croissante avec le temps.

Cette fois- ci, nous allons effectuer la même chose pour le produit Plan A4.

Le plan A4 est un produit mixte: cela veut dire que les AGF Outre- Mer s'engagent à verser soit un capital en cas de vie, soit un capital en cas de décès.

Nous allons présenter rapidement le calcul des provisions de clôture :



Comme nous le voyons sur ce graphique, la provision de clôture n'a pas une trajectoire monotone. Elle est d'abord croissante pendant un petit moment et ensuite elle décroît, cette décroissance est causée par la loi globale de sorties qui commence à devenir important.

Provision de clôture :

Au début d'une année d'exercice, il existe une provision d'ouverture qui est égale à la provision d'inventaire de l'assureur qui tient compte des chutes des années d'exercice précédant l'année d'exercice en cours (décès et rachats ainsi que les contrats qui arrivent à leur terme) et à la fin d'une année d'exercice, nous avons la provision de clôture qui tient compte en plus des chutes précitées des chutes durant l'année d'exercice en cours.

Par conséquent, il faut noter que la provision de clôture d'une année k est égale à la provision d'ouverture d'une année d'exercice l telle que $l = k + 1$

Evolution du nombre de chutes :

La provision de clôture dépend étroitement de la loi de sorties. Comme ce qui a été spécifié dans les chapitres précédents, la loi de sortie pour une année dépend de la loi de décès et de la loi de rachats, et comme cette loi de sortie décroît assez rapidement, ceci explique la décroissance rapide de la PM clôture.

Evolution du solde de souscription :

Nous remarquons que le solde de souscription évolue de manière décroissante. Ceci est dû au fait que vers les dernières années, les contrats se rapprochent de leur terme, donc les charges des termes sont plus élevées. Ensuite, vers les dernières années, la probabilité de décès des assurés est devenue plus importante, ce qui peut obliger l'assureur à payer des prestations de décès. Enfin, nous remarquons que les primes payées sont décroissantes avec le temps, en effet le nombre d'assurés en vie diminue avec le temps. Cette décroissance des primes payées avec l'augmentation des charges de décès et des termes, implique nécessairement une baisse de valeur du solde de souscription.

H. La modélisation du résultat d'assurance

1. Les frais: commissions et autres frais :

Il s'agit des commissions et des autres frais : de gestion et de structure.

- Commissions :

Comme ce qui a été exposé précédemment, elles vont inclure les commissions d'acquisition et les commissions récurrentes.

Par contre, toute la partie « commissions » récurrentes est à prendre en compte dans ce calcul.

Le taux de commission est évalué à partir de la charge annuelle des commissions obtenue dans les comptes.

- Frais de gestion : ils correspondent aux frais de gestion (hors commissions) occasionnés par la gestion des polices (gestion des primes, des sinistres, services fonctionnels pour la part gestion,...). Le montant total des frais de gestion est évalué à partir de la charge annuelle donnée dans les comptes.

- Frais de structure : Ce sont les frais des Directions fonctionnelles (Direction de la comptabilité centrale, Direction des ressources humaines, direction financière, etc.) Ces frais sont communiqués par le contrôle de gestion.

Les frais sont évalués en pourcentage du chiffre d'affaires. Nous distinguons les charges de commissions qui diffèrent selon la famille de produits.

Taux global frais de gestion + structure	20%
Taux de commission pour les primes périodiques	10%

Les charges d'acquisition et de gestion ont été renseignées à titre indicatif. Habituellement renseignés par les responsables du contrôle de gestion, elles ne représentent pas les données réelles utilisées dans la modélisation effectuée.

2. L'ajustement pour bénéfices de gestion

Ce poste correspond à la charge pour AGF Outre mer de la partie du résultat technique qui doit être distribué aux assurés.

Les sociétés d'assurances doivent redistribuer aux assurés une partie de leurs bénéfices techniques et financiers.

Cette obligation est décrite dans la partie J sur les extraits du code des assurances.

Pour la modélisation de la valeur du portefeuille AGF Outre mer, nous considérons que nous allons distribuer 90% du résultat technique lorsque celui ci est positif.

3. Le solde financier :

Ce poste correspond à la part des produits financiers d'AGF Outre mer qui ne sont pas distribués aux assurés.

Compte tenu de la réglementation en matière de participation aux bénéfices financiers, nous avons pris un solde financier égal à 15% des produits financiers générés par le placement des provisions mathématiques.

La série des taux de produits financiers est donnée par la Direction financière qui effectue les prévisions.

Théoriquement, le solde financier correspond aux produits financiers diminués des intérêts techniques et de la participation aux bénéfices attribuée aux assurés.

Pour l'année d'exercice k les produits financiers sont pris égaux à $15\% * (\text{provision fin d'exercice } k-1 + \text{provision fin d'exercice } k)/2 * \text{taux de produits financiers}$.

Nous exposons en annexe 2, paragraphe 3 le taux financier et le taux d'actualisation utilisés pour cette modélisation.

4. Les impôts :

Il est difficile de prévoir les impôts que la compagnie va payer, car ils sont en fonction des bénéfices futurs. Le taux d'imposition peut être constant ou peut être aussi progressif par rapport aux bénéfices. De plus, des changements de taxation peuvent intervenir dans le temps. Dans notre cas, la direction du pôle financier nous a transmis un taux fixe de 34.43% pour les années 2007 et 2008.

Les impôts pris en compte dans la modélisation correspondent aux impôts payés par la compagnie pour les résultats au titre des contrats en portefeuille. Sa valeur correspond au produit du taux d'impôt sur les sociétés par le résultat technique disponible compte tenu des contraintes de distribution des bénéfices.

Il est à noter que le résultat après impôts est :

$$\text{Résultat après impôts} = \text{résultat avant impôts} * (1 - \text{taux d'imposition})$$

On obtient ainsi un résultat après impôts qui correspond aux montants distribuables aux actionnaires avant coût de la marge de solvabilité.

5. Le coût de la marge de solvabilité :

Le minimum réglementaire de solvabilité est de (4% de la provision mathématique + 0.3% des capitaux sous risques) multipliée par le ratio de réassurance.

Dans le modèle développé, nous avons négligé les capitaux sous risques pour les produits traités. Et nous rappelons qu'aucune opération de réassurance n'est réalisée pour les produits primes périodiques.

Au sein des AGF, la marge de solvabilité est de 125% du minimum réglementaire, du fait du niveau des capitaux alloués à la couverture de la marge.

La formule du coût de la marge est la suivante :

$$\text{Marge de solvabilité} = \text{taux de marge de solvabilité} * \text{provision mathématique de l'année d'exercice } k$$

Et le taux que nous avons utilisé est de 5%.

Le coût de la marge de solvabilité correspond à la partie coût d'immobilisation de la marge de solvabilité c'est à dire que l'assureur (ou les actionnaires) doit immobiliser au passif de son bilan des fonds qui bénéficient d'un taux de rendement « contraint »

6. La valeur du portefeuille

C'est l'actualisation des résultats d'assurance après impôts à laquelle nous enlevons le coût de la marge.

Actualisation :

Le calcul de la valeur de portefeuille correspond à la somme des résultats distribuables actualisés net du coût de la marge (flux de marge actualisés)

Pour la valeur de portefeuille, le point de départ de l'actualisation est la date d'inventaire.

Une projection actuarielle à la date d'évaluation doit être effectuée sur le résultat futur calculé pour chaque famille de produits.

Cette modélisation est effectuée de manière déterministe et est effectuée par famille de produits.

§ Formule et notations :

Déterminons le taux d'actualisation défini comme $v_j = \frac{1}{1+r_j}$ où r_j représente le taux

d'actualisation pendant l'année j .

La valeur actuelle des profits futurs s'écrit :

PVFP =

$$? \sum_{j=0}^t v_j^w (1 - q_{x_o+j} * s_{x_o+j}) * ((1 - q_{x_o+j} * s_{x_o+j}) * PL_t(\text{vie}) + q_{x_o+j} * PL_t(\text{décès}) + s_{x_o+j} * PL_t(\text{rachats}))$$

q_x représente la probabilité de décès, s le taux de rachats du contrat.

- PL (décès) correspond aux capitaux versés chaque année au titre des décès et la prestation au titre des décès sera égale au produit de la probabilité de décès (avec abattement) par le capital garanti en cas de décès. Pour les affaires souscrites entre le 01-12-2007 et le 30-11-2008 et pour la première année, le nombre de décès (ou éventuellement la probabilité de décès q_x) est à proratiser en fonction du nombre de mois depuis l'origine de la police.

- PL (rachats) correspond aux valeurs de rachats payées au titre des contrats rachetés chaque année.

Pour ces deux calculs de provisions mathématiques au moment du rachat, il sera tenu compte du nombre de primes payées à cette date et de la date de calcul pour l'escompte des provisions et ceci afin d'avoir une cohérence entre le montant racheté et les primes réellement payées. La pratique consiste à calculer la valeur de rachat aux dates anniversaires suivant et précédant la date de rachat et à les interpoler en fonction de la date de rachat et du fractionnement des primes. Cependant comme la date de rachat correspond à un jour près à la date d'évaluation, cette interpolation n'a pas lieu d'être effectuée.

La PM rachetée correspondra à une provision mathématique comptabilisée.

7. Le solde de souscription :

La modélisation de cette partie est effectuée par année d'exercice pendant une durée de 25 ans et nécessite la modélisation des primes annuelles, des charges de PM, des charges de rachats et de décès. C'est ce dont nous avons présenté auparavant.

Nous présenterons le résultat de l'Embedded value d'AGF Outre mer en annexe 2, paragraphe 4.

Comme ce qui est marqué sur le tableau récapitulatif le résultat, le résultat d'AGF Outre mer avec les paramètres de référence est de 3 939 616, 46 euros. Ce résultat est obtenu pour un taux de placement financier, un taux d'actualisation et un taux de marge de solvabilité tous égaux à 5%. Ceux-ci ne représentent pas les données réelles.

I. Etude de sensibilité

L'étude de sensibilité permet d'analyser les valeurs du portefeuille par rapport aux hypothèses retenues. Les valeurs d'assurance qui modifient sensiblement la valeur de ce portefeuille sont appelées « valeurs sensibles »

Dans cette partie, nous n'effectuerons pas d'analyse de sensibilité simultanée.

Avant de présenter les différentes variations, nous allons présenter nos paramètres de référence. Nous tenons à remarquer que cette étude de sensibilité sera effectuée sur tout le portefeuille des primes périodiques.

§ Paramètres de référence :

Taux d'actualisation = 5%

Taux de placement financier = 5%

Taux de commissions pour les PP = 10%

Taux de frais fixe = 20%

Taux de marge de solvabilité = 5%

§ Sensibilité au taux d'actualisation :

Nous avons extrait ci-dessous le tableau des valeurs du portefeuille d'AGF Outre-mer pour les produits à primes périodiques suivant les valeurs du taux d'actualisation. La colonne ratio représente la valeur de l'Embedded value obtenue avec les paramètres de référence rapportée à celle obtenue avec les paramètres changés.

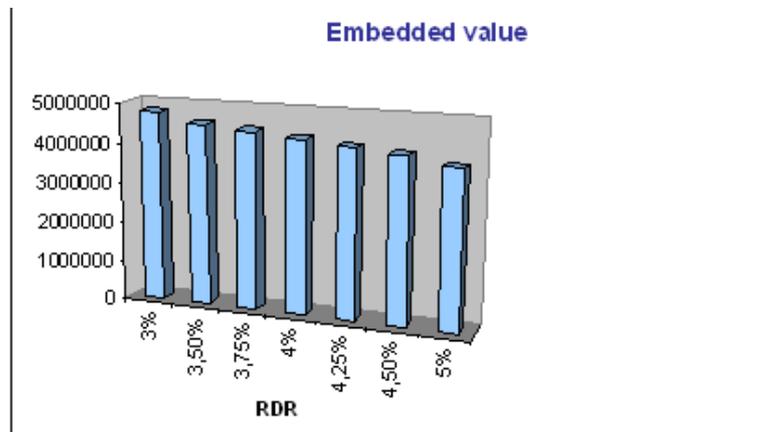
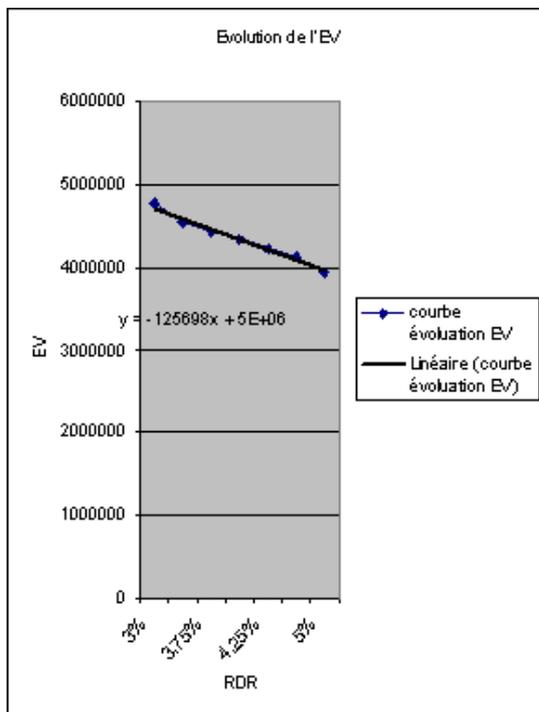
taux d'actualisation	valeur de l' EV	Ratio ⁽⁶⁾
3%	4 765 251,043	83%
3,50%	4 540 709,93	87%
4%	4 328 314,778	91%
4,50%	4 127 211,302	95%
5%	3 936 616,455	100%

Nous remarquons donc que plus le taux d'actualisation est élevé, plus la valeur de l'Embedded value est basse.

La décroissance semble linéaire comme le montrent l'histogramme et la courbe suivantes.

La première courbe nous montre en effet que la valeur de l'EV est approximée par une fonction linéaire dont l'équation est $-125698 * \text{taux d'actualisation} + 5^E 06$.

⁽⁶⁾ Ratio = valeur de l'EV avec les paramètres de référence / valeur de l'EV avec les nouveaux paramètres

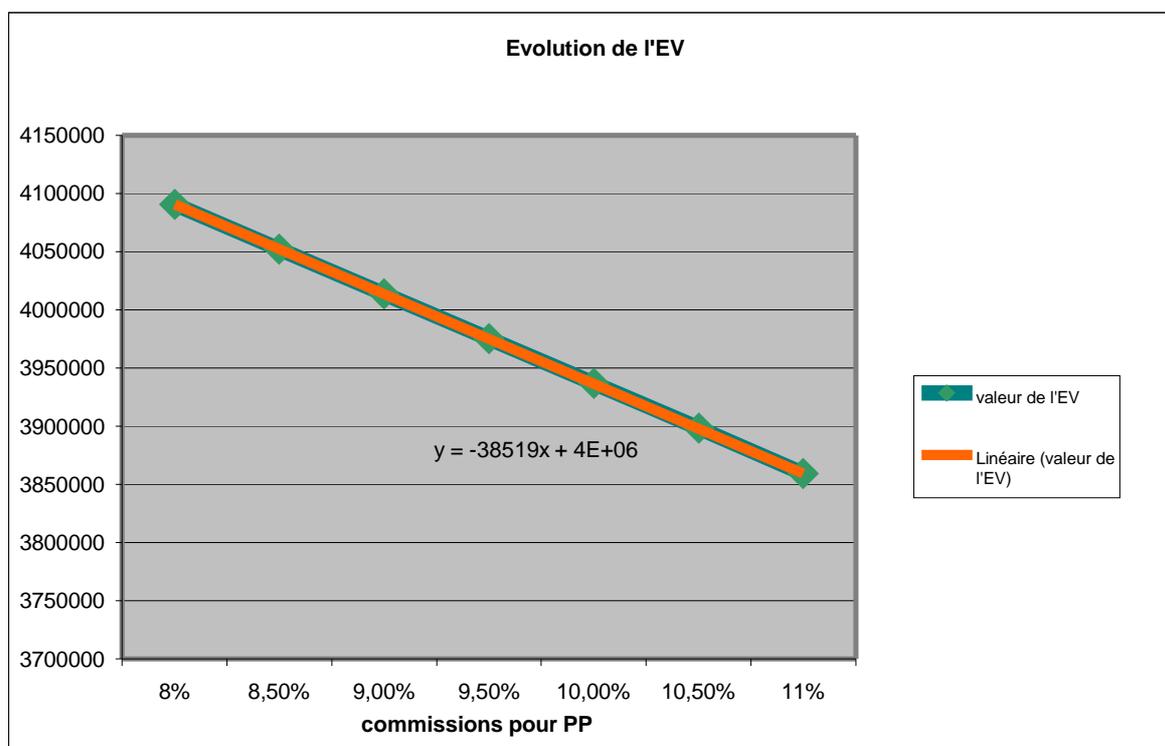


§ Sensibilité aux commissions pour PP:

Le taux utilisé pour la modélisation est de 10%. Nous allons voir l'effet d'une variation de ce taux à plus ou moins 2% en faisant une variation de 0.5%.

La courbe des tendances ci dessous montre que la valeur du portefeuille décroît linéairement en fonction du taux de commissionnement pour les produits PP.

commissions pour PP	valeur de l'EV	Ratio(6)
8%	4 090 693,58	96.23%
8,50%	4 052 174,30	97.11%
9,00%	4 013 655,02	98.08%
9,50%	3 975 135,74	99.03%
10,00%	3 936 616,46	100%
10,50%	3 898 097,17	100.98%
11%	3 859 577,89	101.99%



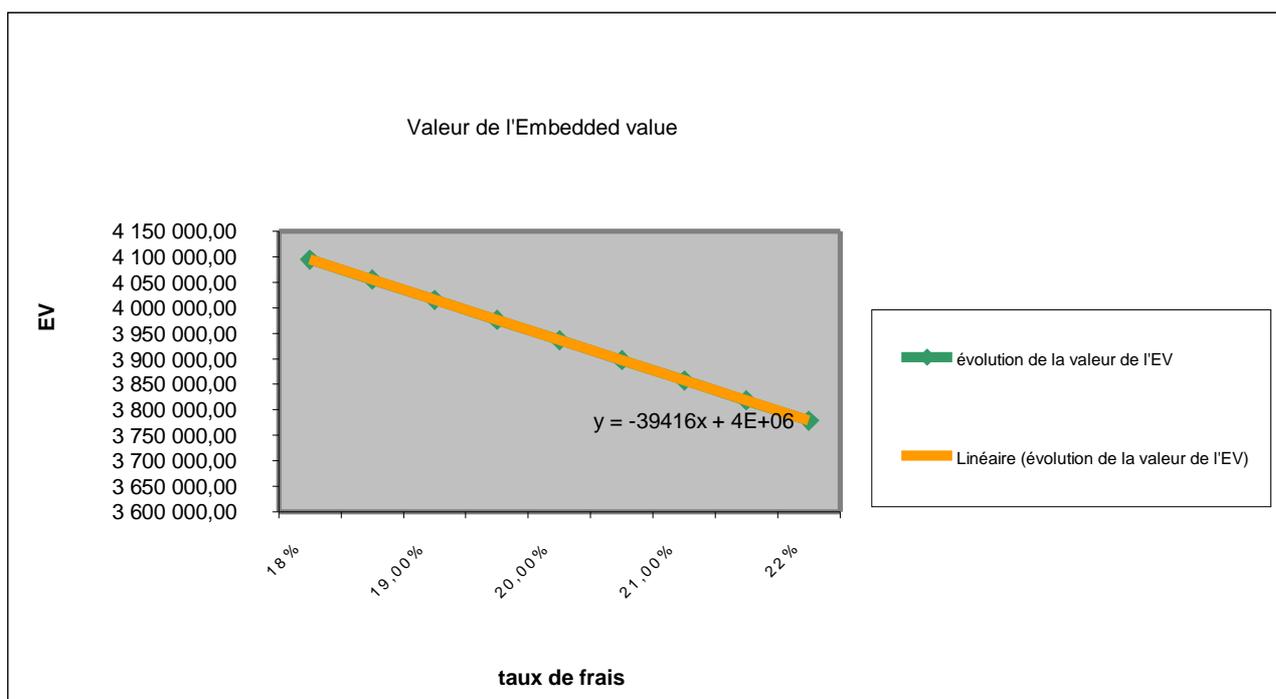
Cette décroissance semble rapide, le résultat de l'Embedded value est donc très sensible par rapport aux commissions pour primes périodiques.

§ Sensibilité au taux de frais :

Nous avons fait varier le taux de frais de plus ou moins 2 % avec un pas de 0.5%. Ci-dessous le tableau récapitulant les valeurs prises par la valeur du portefeuille ainsi que le ratio de la valeur obtenue avec les paramètres de référence et celle obtenue après la variation du taux de frais.

taux de frais	valeur de l'EV	ratio
18%	4 094 280,95	96,15%
18,50%	4 054 864,83	97,08%
19,00%	4 015 448,70	98,04%
19,50%	3 976 032,58	99,01%
20,00%	3 936 616,46	100,00%
20,50%	3 897 200,33	101,01%
21,00%	3 857 784,21	102,04%
21,50%	3 818 368,08	103,10%
22%	3 778 951,96	104,17%

Ci-dessous le graphique traçant l'évolution de cette valeur du portefeuille. Nous remarquons qu'elle peut être approximée par une droite.



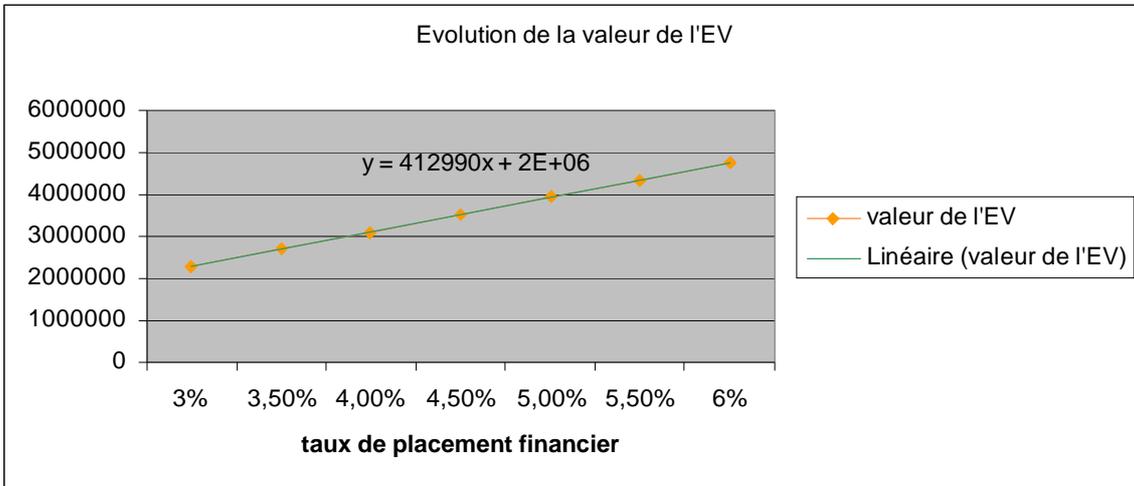
§ Sensibilité au taux de placement financier :

Dans le cas d'une variation du contexte financier, il faut prévoir la réaction de l'Embedded value. Dans ce cas là, nous devons étudier la sensibilité de la valeur du portefeuille face à la valeur prise par le taux de placement financier.

Dans cette partie, nous garderons les autres valeurs utilisées dans la modélisation : les données qui représentent notre scénario normal.

Comme précédemment, nous allons varier le taux de placement à plus ou moins 2% avec un pas de 0.5%.

taux de placement financier	valeur de l'EV	ratio
3%	2 284 506,63	172.31%
3,50%	2 697 729,85	145.92%
4,00%	3 110 692,05	126.55%
4,50%	3 523 654,25	111.71%
5,00%	3 936 616,46	100%
5,50%	4 349 578,66	90.50%
6%	4 762 540,86	82.65%



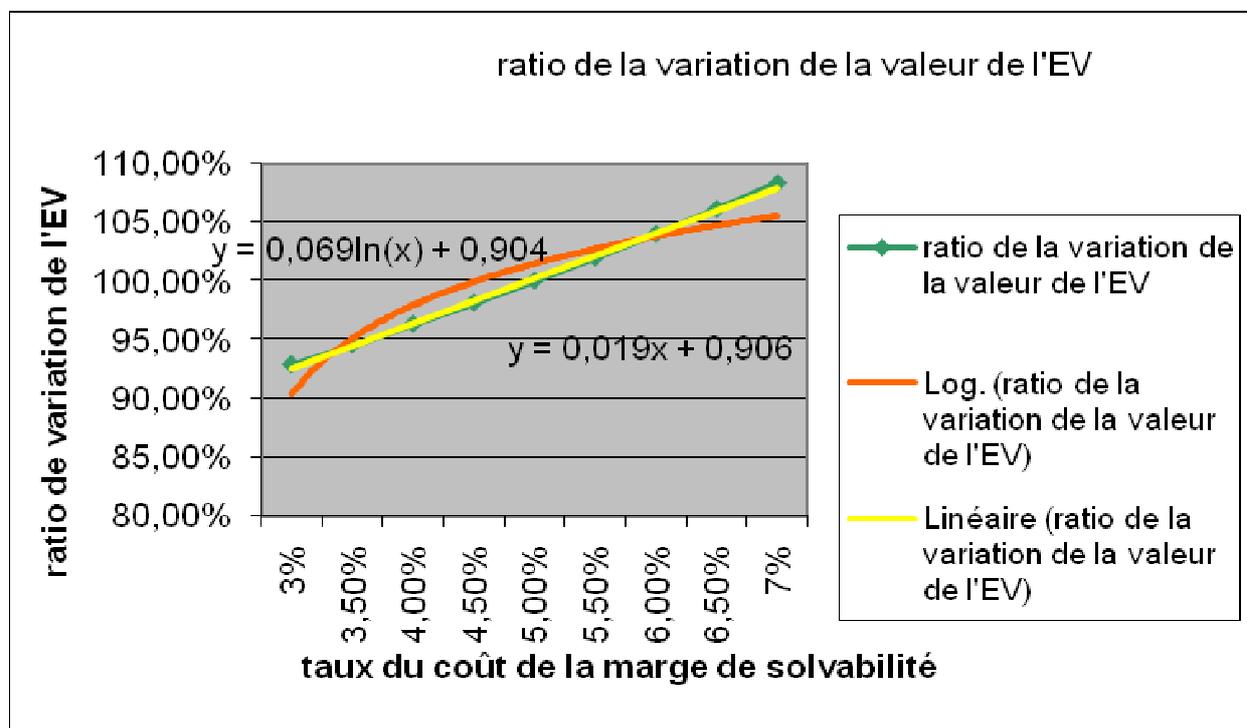
Nous remarquons donc que la valeur de l'Embedded value croît avec le taux de placement financier. Plus le taux de placement financier est élevé, plus la valeur du portefeuille augmente. Nous remarquons que cette évolution est presque linéaire et a une pente de 412990. La valeur du portefeuille est très sensible à la variation du taux de placement financier.

§ **Sensibilité au taux de coût de la marge de solvabilité :**

Nous allons ci après présenter l'évolution de la valeur du portefeuille suivant la variation du taux du coût de la marge de solvabilité.

taux de marge de solvabilité	valeur de l'EV	ratio
3%	4 238 455,05	92,88%
3,50%	4 162 995,40	94,56%
4,00%	4 087 535,75	96,31%
4,50%	4 012 076,10	98,12%
5,00%	3 936 616,46	100,00%
5,50%	3 861 156,81	101,95%
6,00%	3 785 697,16	103,99%
6,50%	3 710 237,51	106,10%
7%	3 634 777,86	108,30%

Contrairement à ce qui était fait auparavant, nous allons présenter le graphique expliquant l'évolution du ratio : valeur du portefeuille avec les paramètres de référence / valeur du portefeuille avec les paramètres changés.



Nous avons essayé d'approximer l'évolution de ce ratio avec une courbe logarithmique et une droite et nous remarquons que l'évolution est toujours approximée par une droite. Nous remarquons que le ratio est croissant, cela veut dire que plus la valeur du taux du coût de la marge de solvabilité est élevée, plus la valeur du portefeuille avec les paramètres de référence rapporté à la valeur du portefeuille avec les paramètres changés est élevée.

Dans ce cas, nous pouvons conclure que la valeur du portefeuille obtenue avec les paramètres changés évolue dans le sens contraire à la variation du taux de marge de solvabilité.

Ceci nous montre donc que la valeur du portefeuille évolue dans le sens contraire au taux du coût de la marge de solvabilité.

§ Sensibilité au taux de rachat :

Dans cette partie, nous allons effectuer une comparaison du résultat obtenu avec le taux de rachat de référence et des taux de rachat qui ont été réévalués sur certains produits.

Les produits concernés par une modification du taux de rachat sont continua, plan A4, EPI, ERC, GOOM.

Le tableau des taux de rachats avant et après modification est donné en annexe 2.4.

Ce tableau sera suivi du tableau du résultat de l'Embedded value avec la nouvelle loi de chute.

Avant modification, nous avons comme résultat : 3 936 616, 46 euros et avec les taux réels projetés, nous avons 4 299 018 euros. Le résultat de l'Embedded value a donc augmenté.

Vers les premières années, les taux utilisés pour le calcul de l'Embedded value sont supérieurs aux taux réels et cette tendance s'inverse ensuite. Nous remarquons donc que cela a pour résultat de faire progresser le résultat d'AGF Outre mer.

J. Amélioration de la modélisation

Dans un premier temps, nous allons expliquer quelles sont les parties de la modélisation qui nécessitent des améliorations et suite à cela, nous allons apporter les solutions que nous avons apportées.

En effet, la modélisation telle qu'elle était présentée plus haut présente des approximations qui doivent être corrigées. Nous avons donc élaboré des formules de calcul plus exactes composantes du solde de souscription. Ces formules sont présentées ci- après.

1. Critiques du modèle :

§ Provisions mathématiques :

Comme ce qui a été développé dans la partie théorique, la zillmérisation est un moyen pour l'assureur de se préparer au risque de rachat prématuré. Dans notre premier modèle, cette zillmérisation n'a pas été effectuée sur SAS. Un modèle a été construit sur Excel afin de tenir compte de cette zillmérisation.

Nous rappelons que la zillmérisation ne dure pas toute la vie du contrat mais seulement quelques années après la souscription. Dans notre cas, sa durée est souvent soit de 10 ans, soit de 20 ans.

§ Valeur de rachat :

Comme ce qui a été développé auparavant, la valeur de rachat doit tenir compte d'une pénalité de rachat pendant quelques années après la souscription. Cette pénalité n'a pas été modélisée sur SAS mais l'a été sur notre maquette Excel. Une des conséquences de cela est que nous avons une valeur de rachat assez élevée pour la première modélisation, ce qui sous-estimait la valeur de notre résultat vers les premières années.

2. Solutions apportées :

§ La zillmérisation :

Nous avons expliqué dans la partie théorique la modélisation de la zillmérisation. Cette modélisation nécessite le calcul du taux de provision d'inventaire, le calcul des différentes annuités et de se munir de la durée de zillmérisation qui sera fournie par la note technique du produit à modéliser.

Sa formule a été détaillée dans la partie C.

§ La pénalité de rachat :

Comme énoncé durant la modélisation, aucune pénalité de rachat n'a été effectuée. Dans cette partie, nous avons préconisé de tenir compte de cet élément. En effet, le fait de ne pas avoir tenu compte de cette pénalité sur- estimait la valeur de rachat vers les premières années des contrats, ce qui diminuait le résultat du solde de souscription.

3. La nouvelle modélisation :

Selon l'article L331-1 du code des assurances, lorsque l'assureur entreprend de calculer la valeur actuelle probable des primes futures pour déterminer le montant de la provision mathématique d'un contrat dans lequel la commission est précomptée, il doit le faire à partir d'une prime qui n'a pas été dépouillée de son chargement d'acquisition. Cette méthode est ce qu'on appelle zillmérisation. Cette dernière conduit donc à la diminution du montant de la

provision mathématique et sa valeur doit être choisie de telle sorte à ne pas avoir de provision mathématique négative ou inférieure à la valeur de rachat du contrat ou inférieure à la provision correspondant au capital réduit.

Amélioration du calcul des primes :

Nous avons remarqué que pour certains contrats, la valeur de prime payée est égale à 0. Il s'agit des contrats dont la durée de paiements des primes est dépassée.

Une autre formule de la prime annuelle a été appliquée sur Excel. Cette prime annuelle payée est en fonction du capital assuré et du taux de prime commerciale. La valeur de la prime choisie est :

$$\text{Prime annuelle payée l'année } k = \text{capital assuré} * \text{taux de prime commerciale} * \text{loi de sorties de l'année } k$$

Nous tenons à dire que cette approche donne le même résultat que la première.

Ancienne et nouvelle zillmérisation :

Selon l'article 13 de la loi n° 2005-154 du code des assurances, une relation existe désormais entre la provision mathématique d'inventaire et la valeur de rachat. Auparavant, la formule de la valeur de rachat était :

$$VR_k = V_k' - \text{zillmérisation}(k)$$

Cette relation s'écrit désormais dans la nouvelle modélisation :

$$VR_k = (1 - a) * V_k' \text{ où } a \text{ est inférieure ou égale à } 5\%$$

La valeur de rachat n'est donc plus calculée sur la provision mathématique zillmérisée, elle est désormais calculée avec la provision mathématique d'inventaire.

Il faut cependant à noter que la pénalité de rachat - dont il n'est pas tenu compte ici- ne peut se superposer à la minoration de la provision mathématique d'inventaire égale à 5% au plus de ladite provision.

Proposition de solution :

Dans un premier temps, une modification importante est à effectuer au niveau de la provision d'inventaire.

Les autres postes techniques qui ne changent pas sont les primes, les nombres de contrats annuels et les charges de décès et la charge des termes.

Pour ces postes, aucune spécification n'est effectuée ci- dessous.

Les formules pour la valeur du portefeuille

Les charges de PM

Pour simplifier, nous ne faisons pas d'interpolation. En effet, ce qui nous intéresse c'est le delta.

Nous définissons la PM comptabilisée égale à la PM zillmérésée si le contrat est souscrit avant le 01 décembre 2007 et égale à 95% de la provision d'inventaire dans le cas contraire.

Posons k la durée courue arrondie du contrat au 01/12/2008.

Ø Exercice du 01/12/2008 au 30/11/2009

Soit :

PM ouverture = $PM(x, n, k)$

PM clôture = $PM(x, n, k+1)$

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008 et qui ne sont pas à terme pendant l'exercice, la charge de PM vaut PM clôture comptabilisée – PM ouverture comptabilisée.

Ø Exercice du 01/12/2009 au 01/12/2010 :

Soit $k + 1$: la durée courue arrondie du contrat au 01/12/2009.

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008 et qui ne sont pas à terme durant l'exercice ou les exercices antérieurs, la charge de PM vaut PM clôture comptabilisée ($x, n, k + 2$) – PM comptabilisée($x, n, k + 1$)

Pour tous les contrats qui arrivent à terme durant l'exercice, la charge de PM vaut – PM ouverture comptabilisée.

Pour les contrats qui sont arrivés à terme pendant l'exercice précédent, la charge des PM est nulle.

Les rachats :

Soit k : la durée courue arrondie du contrat au 01/12/2008.

Ø Exercice di 01/12/2008 au 30/11/2009 :

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge des rachats est le taux de rachat de l'année k * $PM(x, n, k)$ non zillmérésée + prime annuelle d'inventaire – 9% prime d'inventaire*a($x, n -(k+ 1)$)

Ø Exercice du 01/12/2009 au 30/11/2010 :

$K+ 1$: la durée courue arrondie du contrat au 01/12/2009.

Pour tous les contrats en cours au 30/11/2008, la charge des rachats vaut (taux de rachats de l'année $k+ 1$)*(1- taux de rachat l'année k)*(1- taux de décès l'année k pour un assuré d'âge x à la date d'effet)*[$PM(x, n, k+ 1)$ non zillmérésée + prime annuelle d'inventaire – 9% prime annuelle d'inventaire*a($x, n-(k+2)$)]

Intérêts techniques

Ø Exercice au 01/12/2008 au 30/11/2009 :

K la durée courue arrondie du contrat au 01/12/2008.

Le poste intérêt technique vaut $(1/2)$ *(PM ouverture + PM clôture*(1- taux de rachat l'année k)*(1-taux de décès l'année k pour un individu d'âge x à la souscription))* i où i est le taux d'intérêt technique

Conclusion :

La priorité donnée à mon stage a été d'élaborer le calcul de l'Embedded value principalement la valeur actuelle probable des profits futurs en tenant compte de la réalité socio-économique et aussi de la réglementation en vigueur.

Il est vrai que les résultats obtenus par cette modélisation reposent sur les hypothèses fixées, cependant vu que les hypothèses sont choisies de manière prudente, les résultats semblent fiables et témoignent de la vraie valeur du portefeuille d'AGF Outre-mer.

L'Embedded value tient compte des profits futurs sur les contrats en cours, ainsi les pertes de la première année n'influencent pas le résultat qui tient compte aussi des contributions des contrats en cours. Elle permet aussi de juger la performance d'une compagnie d'assurances pendant une période donnée, dans notre cas l'étude est faite sur 25 ans. Elle permet donc de voir l'accroissement de la valeur du portefeuille ainsi que sa richesse.

Il faut cependant faire attention aux hypothèses à prendre, notamment le taux d'actualisation car tout le résultat de l'Embedded value repose sur elles et en dehors de ces hypothèses, la modélisation n'a aucune signification et peut se voir modifiée.

Basé sur des techniques actuarielles reposant sur les principes de l'assurance vie, mon stage a été un moyen de mettre en œuvre la partie théorique des cours suivis et de les appliquer sur un portefeuille vaste et diversifié.

Dans tout ce travail, il a été remarqué l'importance donnée aux hypothèses, il est donc primordial de choisir les hypothèses prudentes que ce soit au niveau de la réglementation ou simplement pour les calculs. C'est pour cette fin qu'une importance majeure a été donnée aux dispositifs réglementaires et des dispositifs internes propres aux AGF dans la partie théorique.

Dans cette étude effectuée, résident cependant des aspects qui sont encore à améliorer, comme la mise en place des nouvelles réglementations notamment la loi Marini. Ces améliorations engendreront d'importantes modifications que ce soit au niveau du provisionnement ou des frais de commissionnement. Sa mise en place nécessitera donc des précautions à prendre surtout au niveau des hypothèses de modélisation.

Pour finir, il est important de signaler que les affaires nouvelles n'ont pas été considérées dans cette modélisation. En effet, cette partie devait être accompagnée de la mise en place de l'amendement Marini. La priorité future d'AGF Outre-mer sera donnée à la prise en compte de cet amendement dans la valorisation de son portefeuille.

Références bibliographiques :

- Assurance vie : technique et produits
Les fondements de l'assurance vie/ Prévoyance/ retraite
Theodore Corfias
Préface Jean- Bigot
Editions : Argus de l'assurance, 2003
- Le manuel de l'assurance vie : assurance individuelle/ assurances collectives
Jean-Antoine Chabannes
Nathalie Eymard- Gauchin
3ème édition
Edition : Argus de l'assurance, 2004
- Assurance française
Jacques Le Pape : Guillaume Le Roye
Préface Denis Kessler
Analyse financière et actuarielle- Assurance vie et fonds de pension
Lamy
Edition l'assurance française, 1995
- Embedded value guidelines 2007
Basic Principles
June 2007, Allianz
- European Embedded Value Principles
CFO Forum 2008
- Modèles de risques et solvabilité en assurance vie
Kaltwasser Perrine / Le Moine Pierre
ACAM
- Valorisation de portefeuilles d'assurance : de nouveaux standards d'Embedded value
Par Pierre Théron et Tristan Palerm, actuaires au cabinet Winter & Associés
Option finance hebdomadaire
Date de parution : 30/04/2007
- Assurance : Comptabilité, Réglementation, actuariat
Alain Tosetti, Thomas Behar, Michel Fromenteau, Stephane Ménart
2^{ème} édition
Economica, 2002
- Actuariat des assurances de personnes

Modélisation, Tarification et Provisionnement
Michel Denui, Christian Robert
Assurance, Audit, Actuariat
Economica, 2007

- Théorie et pratique de l'assurance vie
Pierre Petauton
3^{ème} édition
Dunod, 2004

- Méthodes d'évaluation d'une compagnie d'assurances vie et ses produits
Paul Antoine DARBELLAY, Christine VERAGUTH
Aout 1997

***ANNEXE 1 : Rappel des notations
actuarielles en assurance vie***

Pour cette partie, considérons un assuré d'âge x à la date de souscription :

a. Engagement élémentaire en cas de vie : capital différé

Il consiste à verser 1 euro dans k années si l'assuré est vivant dans k années. La VAP notée ${}_kE_x$ s'écrit :

$${}_kE_x = v^k \cdot I_{x+k} / I_x$$

b. Engagement élémentaire en cas de décès: temporaire de n années et différé de k années

Il consiste à verser 1 euro dans k années pendant n années
Sa VAP notée

$${}_{k|n}A_x = v^{k+1/2} * (I_{x+k} - I_{x+k+1}) / I_x$$

c. Annuité viagère

Il consiste à régler un euro chaque année si l'assuré est vivant.
Nous distinguons :

- l'annuité payable d'avance dont la VAP est notée :

$$\ddot{a}_x = {}_0E_x + {}_1E_x + {}_2E_x + {}_3E_x + \dots + {}_{w-x}E_x$$

- l'annuité payable terme échu :

$$a_x = {}_1E_x + {}_2E_x + {}_3E_x + {}_4E_x + \dots + {}_{w-x}E_x$$

d. La contre-assurance :

Il consiste à rembourser en cas de décès prématuré du souscripteur du cumul des primes commerciales versées, la VAP s'écrit :

$${}_{|p}IA_x = \sum_{k=0}^{n-1} (k+1) \cdot {}_k p_x \cdot q_{x+k} \cdot v^k$$

$$= 1 \cdot {}_{|1}A_x + 2 \cdot {}_{|1}A_x + 3 \cdot {}_{|2}A_x + 4 \cdot A_x + \dots + p \cdot {}_{p-1|}A_x$$

Où k représente la partie entière de T_x : durée de vie résiduelle de x .

En introduisant les différents nombres de commutation, nous obtenons :

$${}_{|p}IA_x = (R_x - R_{x+p} - p \cdot M_{x+p}) / D_x$$

Avec :

$$D_x = v^{x+1/2} \cdot I_x$$

$$N_x = D_x + D_{x+1} + \dots + D_w$$

$$C_x = v^{x+1/2} \cdot d_x \text{ où } d_x \text{ est le nombre de décès d'âge } x$$

$$M_x = C_x + C_{x+1} + \dots + C_w$$

$$R_x = M_x + M_{x+1} + \dots + M_w$$

***ANNEXE 2 : les
différentes illustrations***

1. Exemple retraçant la provision mathématique :

Soit un assuré qui a 40 ans qui a souscrit un contrat temporaire décès de 5 ans.

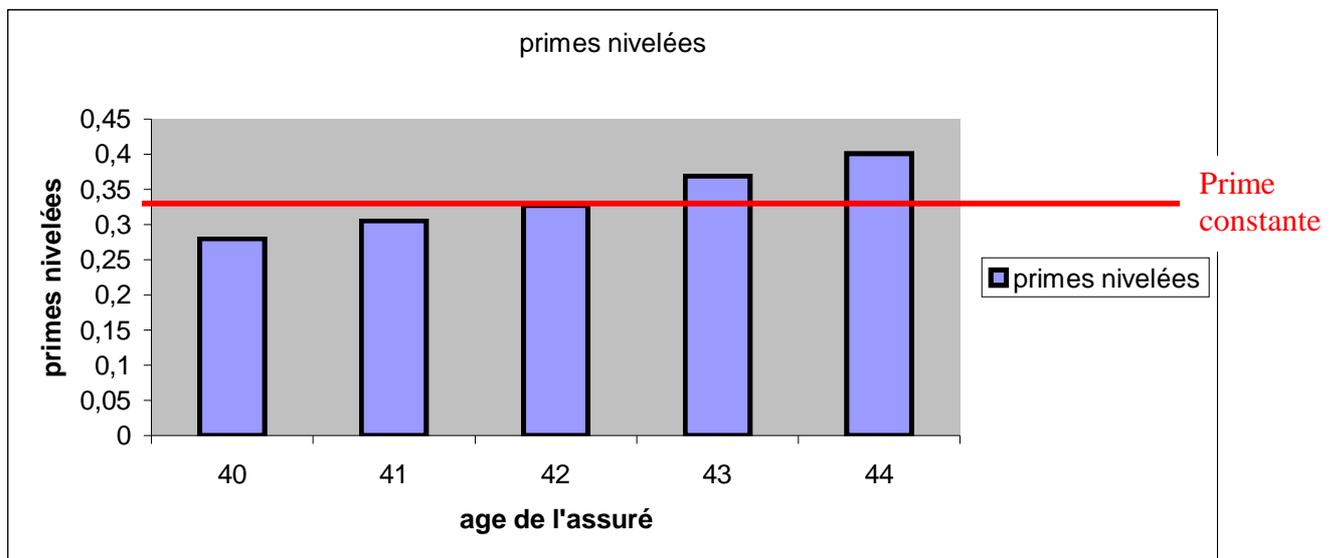
Supposons que son capital assuré est de 100 euros. Et nous négligeons les différents chargements de gestion et d'acquisition.

La prime pure qu'il devra payer est :

- la 1ère année : 0.28 euros
- la 2ème année 0.30 euros
- la 3ème année 0.32 euros
- la 4ème année 0.36 euros
- la 5ème année 0.40 euros

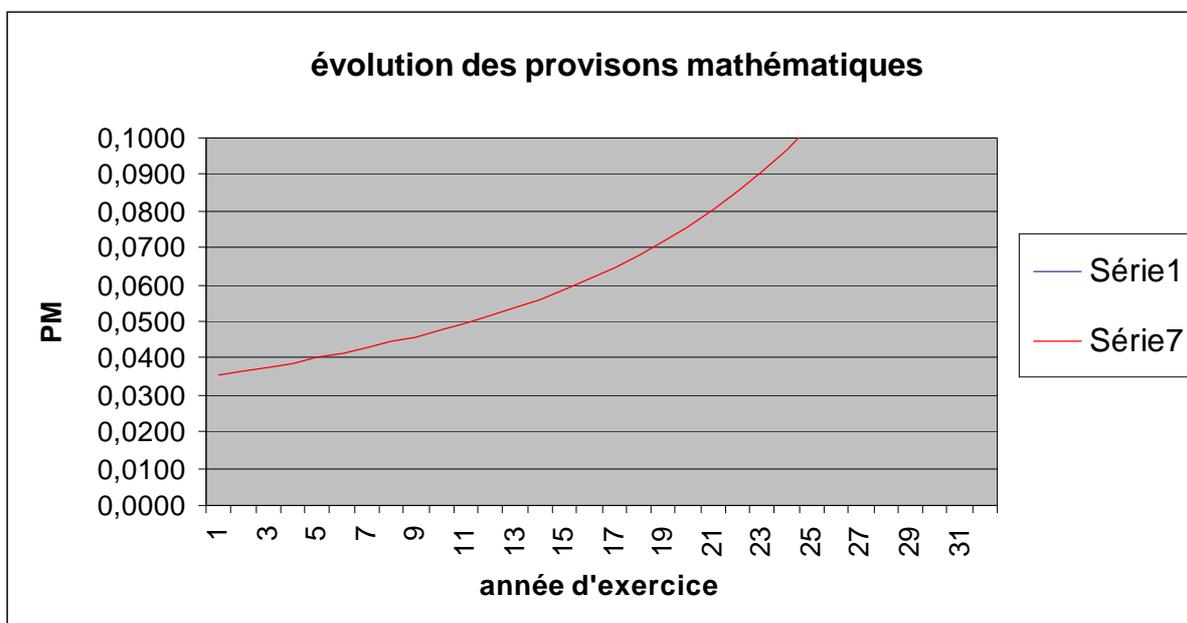
Si cet assuré désire verser une prime constante, celle-ci doit être équivalente aux primes théoriques ci-dessus. Ce sera donc une prime nivelée d'un montant de 0.3347 euros. On constate donc que les trois premières années, l'assureur encaisse une prime supérieure à la prime fixe, contrairement aux deux dernières années.

Le trop-perçu est donc mis en réserve pour palier le manque à gagner les deux dernières années.



2. Etude de l'évolution de la provision mathématique

Pour un capital différé sans contre-assurance ci-dessous est présenté l'évolution de la PM



Nous remarquons en effet que la provision mathématique est croissante. Nous tenons cependant à remarquer qu'à cause du fait que l'année 1 ne représente pas nécessairement l'année de souscription du contrat, la PM l'année 1 n'est pas nulle.

Plus l'année d'exercice est élevée, plus la provision mathématique aura tendance à se rapprocher du capital garanti à terme.

3. Taux de placement financier utilisé pour le calcul du solde financier et le taux d'actualisation

Le taux de placement financier utilisé est de 5% et le taux d'actualisation est de 5%.

3. Valeur du portefeuille d'AGF Outre-mer

Nous présentons ci- après la valeur du portefeuille d'AGF Outre- mer avec les hypothèses de référence.

Seules les données sur 10 ans ont été mises sur la feuille.

CALCUL DE LA VALEUR INTRINSEQUE 2008 CLOTURE (sur 25 ans)

sans les affaires nouvelles 2008

dans le cadre du calcul la MCEV 2007

mettre lien avec feuille précédente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chiffres d'affaires										
Total	2' 218 058	17 605 996	15 558 415	13 638 783	11 755 198	10 097 341	8 998 038	8 058 273	7 082 329	5 879 474
SOLDE DE SOUSCRIPTION										
Produits PP Cible	8 561 311	7 106 917	6 280 946	5 528 364	4 760 912	4 083 755	3 641 091	3 260 343	2 869 801	2 382 622
ARI	1 042 205	823 191	695 181	579 056	461 876	370 021	302 251	237 703	200 536	158 816
CRONVINDIA	779 197	496 845	444 318	400 808	361 029	323 058	290 329	260 594	232 030	201 458
EI	707 058	610 437	529 706	454 318	376 809	310 205	250 543	211 456	164 850	125 137
EPI	1 710 177	1 494 032	1 320 929	1 163 124	1 015 288	871 630	729 299	618 596	513 588	434 291
ERC	671 083	574 895	493 402	387 465	319 156	255 537	205 091	167 348	133 649	98 072
GOOM	709 510	610 000	573 263	518 220	466 423	417 904	371 020	328 938	289 077	251 314
MIV	85 428	28 482	11 369	6 020	3 914	2 558	1 282	783	361	304
PLAN 14	2 902 962	2 437 993	2 212 175	2 020 334	1 753 418	1 531 821	1 400 539	1 434 926	1 325 008	1 106 230
Temporaires Cible										
Temporaires Non Cible										
Emprunteurs (Décès)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prévoyance (Décès)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epargne en Euros										
réassurance	- 521 507	- 160 995	- 109 687	- 383 303	- 350 526	- 323 100	- 299 021	- 276 896	- 253 130	- 224 006
ajust. bénéf. gestion	- 1 504 178	- 1 234 443	- 1 081 184	- 931 128	- 781 234	- 651 833	- 570 875	- 503 417	- 432 343	- 347 863
Total soldes de souscription nets de réass	6 532 548	5 420 478	4 790 075	4 213 843	3 619 153	3 108 737	2 770 595	2 480 032	2 174 327	1 810 154
CHARGES	les CA sont à prendre sur feuille précédente									
Commissions + fill pour PP	2 121 808	1 761 106	1 556 648	1 370 128	1 177 460	1 012 104	902 395	808 032	708 763	590 501
Frais de gestion pour PP	- 4 213 612	- 3 522 212	- 3 113 296	- 2 740 256	- 2 351 099	- 2 021 207	- 1 804 751	- 1 616 061	- 1 417 526	- 1 181 002
Commissions temporaires										
Frais de gestion temporaires										
Commissions emp+prev										
Frais de gestion emp+prev										
Commissions épargne										
Frais de gestion épargne										
total	- 6 362 417	- 5 283 319	- 4 669 944	- 4 110 304	- 3 632 349	- 3 036 311	- 2 707 106	- 2 424 097	- 2 126 209	- 1 771 502

SOLDES FINANCIERS

les PV à prendre feuille précédente

Produits PP	892 753	878 598	830 655	768 743	694 730	624 544	563 422	509 522	456 714	403 290
ARI	151 919	147 043	135 563	121 654	106 972	94 439	81 612	67 560	57 220	49 954
CONTINUA	22 705	24 400	26 420	27 829	28 725	29 173	29 248	29 024	28 544	27 848
FI	134 709	129 618	120 642	110 966	98 451	85 119	74 424	65 377	54 960	43 576
EPI	107 051	107 036	100 039	172 712	102 049	100 056	107 614	122 640	107 046	92 726
ERC	207 290	194 172	172 483	143 056	114 698	94 766	77 929	65 774	55 602	45 152
GOOM	34 118	40 284	46 168	48 916	51 694	53 632	54 802	55 243	55 055	54 321
MIV	21 995	15 714	7 518	3 754	2 164	1 116	813	459	256	145
FLAN/A4	132 668	140 331	142 033	139 824	129 378	115 143	106 951	103 450	98 030	89 529
Temporaires Cible										
Temporaires Non Cible										
Emprunteurs (Décès)										
Prévoyance (Décès)										
Epargne en Euros										
Total soldes financiers	892 753	878 598	830 655	768 743	694 730	624 544	563 422	509 522	456 714	403 290

RESULTAT APRES IMPOTS

Résultat avant impôts	1 059 004	1 015 750	950 707	872 201	791 534	696 970	626 000	565 457	504 752	441 942
Impôts	364 518	349 726	327 356	330 299	269 082	239 957	215 819	194 687	173 796	152 151
Résultat après impôts	694 486	666 023	623 351	541 902	522 452	457 013	410 181	370 770	330 956	289 791
valeur actuelle résultats après impôts	4 691 213									

COUT DE LA MARGE	les PM à prendre feu le précédente									
Produits PP	5 930 645	6 055 198	5 729 447	5 406 353	4 834 010	4 402 134	3 926 711	3 533 520	3 188 344	2 843 406
ARI	1 010 070	1 015 513	945 055	862 449	759 605	656 683	592 499	495 662	406 141	357 792
CUMULINDA	141 245	154 821	170 513	181 750	189 307	193 691	195 280	194 691	192 237	188 293
EI	911 093	895 017	833 227	775 327	704 433	638 182	526 733	465 585	406 039	326 768
EPI	1 234 153	1 302 981	1 250 832	1 210 751	1 142 540	1 059 183	953 815	825 919	734 454	635 051
ERC	1 337 233	1 366 621	1 222 335	1 077 440	830 113	699 195	564 352	474 685	402 301	339 058
GOOM	214 553	250 349	286 769	315 338	336 819	352 315	362 721	361 915	358 531	365 419
MIV	151 382	141 878	57 643	32 592	17 455	11 400	7 482	3 757	2 352	1 049
FLAN A4	840 893	928 011	943 073	950 705	913 618	811 417	723 829	702 185	671 149	629 917
Temporaires Cible	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temporaires Non Cible	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emprunteurs (Décès)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prévoyance (Décès)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epargne en Euros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
total marge de solvabilité	5 930 645	6 055 198	5 729 447	5 406 353	4 834 010	4 402 134	3 926 711	3 533 520	3 188 344	2 843 406
flux de capital + intérêts sur cal	- 102 095	- 104 240	- 98 632	- 93 070	- 84 250	- 75 783	- 67 598	- 60 830	- 54 857	- 48 949
coût de la marge	- 754 595									

VIF 2003 *	
3 936 616	11028872
valeur actuelle des résultats après IS + coût de la marge	-64,31% taux de MS
* Valeur d'information hors richesse latente	

4. Les taux de rachats :

Ci – dessous est présenté le tableau des taux de rachats utilisés dans le programme. Ces taux ont été issus d’une étude statistique réalisée en 2005.

Nom produit	Cas où k = 1	Cas où k = 2	Cas où k > 2
ARI	Si drc = 0, tr = 15% Si drc = 1, tr = 13% Sinon tr = 10%	Si drc = 0, tr = 13% Sinon tr = 10%	Tr = 10%
Continua	Si drc = 0, tr = 13% Si drc = 1, tr = 10% Sinon tr = 9%	Si drc = 0, tr = 10% Sino tr = 9%	Tr = 9%
EI	Si drc = 0, tr = 13% Si drc = 1, tr = 11% Sinon, tr = 10%	Si drc = 0, tr = 11% Sinon tr = 10%	Tr = 10%
EPI	Si drc = 0, tr = 14% Si drc = 1, tr = 10% Sinon tr = 10%	Si drc = 0, tr = 10% Sinon tr = 10%	Tr = 10%
ERC	Si drc = 0, tr = 13% Si drc = 1, tr = 11% Sinon tr = 10%	Si drc = 0, tr = 11% Sinon tr = 10%	Tr = 10%
GOOM	Si drc = 0, tr = 15% Si drc = 1, tr = 10% Sinon tr = 7%	Si drc = 0, tr = 10% Sinon tr = 7%	Tr = 7%
Plan A4	Si drc = 0, tr = 13% Si drc = 1, tr = 11% Sinon tr = 10%	Si drc = 0, tr = 11% Sinon tr = 10%	Tr = 10%

Ci- après le taux de rachats réel projeté sur 25 ans. Pour cela, une projection basée sur les taux réels actuels a été effectuée. Par manque de données, aucune étude n’a pu être réalisée pour le produit EI.

Nom produit	Cas où k = 1	Cas où k = 2	Cas où k > 2
ARI	29%	10%	8%
Continua	16%	9%	6%
EI	Si drc = 0, tr = 13% Si drc = 1, tr = 11% Sinon, tr = 10%	Si drc = 0, tr = 11% Sinon tr = 10%	Tr = 10%
EPI	31%	14%	7%
ERC	Si drc = 0, tr = 13% Si drc = 1, tr = 11% Sinon tr = 10%	Si drc = 0, tr = 11% Sinon tr = 10%	Tr = 10%
GOOM	23%	11%	6%
Plan A4	32%	14%	8%

5. La valeur de l'Embedded value avec les nouveaux taux de rachats :

CALCUL DE LA VALEUR INTRINSEQUE 2008 CLOTURE (sur 25 ans)

sans les affaires nouvelles 2008

dans le cadre du calcul la MCEV 2007

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chiffres d'affaires										
Total	18 156 752	11 679 393	9 928 981	8 825 067	7 756 609	6 942 696	6 346 434	5 711 554	5 105 877	4 551 261
SOLDE DE SOUSCRIPTION										
Produits PP Cible	9 775 001	6 306 663	5 365 856	4 772 475	4 196 922	3 758 208	3 436 073	3 093 513	2 766 395	2 466 729
<i>ARI</i>	1 042 286	823 194	695 184	578 056	454 876	370 821	302 294	237 703	200 533	159 816
<i>CONTINUA</i>	731 155	444 510	397 680	358 765	323 168	289 138	259 889	233 233	208 329	185 652
<i>EI</i>	703 008	703 008	703 008	703 008	703 008	703 008	703 008	703 008	703 008	703 008
<i>EPI</i>	2 266 120	1 214 309	962 484	847 397	739 555	634 734	530 854	450 093	373 523	315 646
<i>ERC</i>	634 238	540 596	462 112	364 832	300 370	241 166	194 141	157 375	125 633	92 726
<i>GOOM</i>	739 518	640 033	573 263	518 228	466 423	417 984	371 825	323 933	289 077	251 314
<i>MIV</i>	65 429	28 482	11 369	6 020	3 914	2 558	1 282	733	351	304
<i>PLAN A4</i>	3 593 247	1 912 553	1 560 756	1 396 169	1 205 607	1 098 800	1 072 781	982 319	865 931	757 225
Temporaires Cible										
Temporaires Non Cible	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emprunteurs (Décès)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prévoyance (Décès)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epargne en Euros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
réassurance	- 524 587	- 450 996	- 409 687	- 383 383	- 350 526	- 323 185	- 299 821	- 276 895	- 253 130	- 224 606
ajust. bénéf. gestion	- 3 423 050	- 2 107 215	- 1 769 488	- 1 556 709	- 1 366 932	- 1 206 718	- 1 099 380	- 983 509	- 874 545	- 780 408
Total soldes de souscription nets de réass	5 827 365	3 748 474	3 186 682	2 832 383	2 489 465	2 228 305	2 036 872	1 833 109	1 638 719	1 460 716

CHARGES

Commissions + zill pour PP	-	1 815 676	-	1 171 446	-	996 691	-	886 472	-	779 655	-	698 075	-	638 240	-	574 610	-	513 849	-	458 001
Frais de gestion pour PP	-	3 631 350	-	2 342 893	-	1 993 381	-	1 772 944	-	1 559 130	-	1 396 150	-	1 276 479	-	1 149 220	-	1 027 698	-	916 003
Commissions temporaires																				
Frais de gestion temporaires																				
Commissions emp+prev																				
Frais de gestion emp+prev																				
Commissions épargne																				
Frais de gestion épargne																				
Total	-	5 447 026	-	3 514 339	-	2 990 072	-	2 659 416	-	2 338 694	-	2 094 226	-	1 914 719	-	1 723 830	-	1 541 547	-	1 374 004

SOLDES FINANCIERS

Produits PP		882 961		818 134		759 123		712 206		645 143		582 225		526 615		476 895		428 296		379 351
ARI		151 919		147 043		135 563		121 654		106 972		94 439		81 612		67 560		57 220		49 984
CONTINUA		21 089		22 224		24 019		25 266		26 052		26 437		26 487		26 270		25 824		25 184
EJ		134 686		129 655		120 545		110 853		98 305		84 957		74 249		65 188		54 780		43 411
EPI		177 796		166 246		150 210		153 916		145 921		136 294		124 997		111 413		97 045		83 997
ERC		205 458		192 717		171 361		142 215		114 053		94 285		77 574		65 524		55 435		45 055
GD00M		34 118		40 284		45 168		48 916		51 694		53 632		54 802		55 243		55 055		54 321
MIV		21 995		15 714		7 518		3 754		2 154		1 416		843		459		256		145
PLAN Ad		115 901		104 352		104 749		105 623		99 937		90 765		86 050		85 238		82 680		77 254
Temporaires Cible																				
Temporaires Non Cible																				
Emprunteurs (Décès)																				
Prévoyance (Décès)																				
Epargne en Euros																				
Total soldes financiers		882 961		818 134		759 123		712 206		645 143		582 225		526 615		476 895		428 296		379 351

RESULTAT APRES IMPOTS

Résultat avant impôts	1 243 800	1 652 269	966 732	886 174	704 919	716 304	624 769	586 174	526 468	466 064
Impôts	420 060	302 296	332 502	304 755	274 035	246 624	223 371	201 020	180 919	160 495
Résultat après impôts	816 232	1 089 973	634 230	581 419	430 884	469 680	401 398	385 154	345 549	305 569
valeur actuelle résultats après impôts	4 907 234									

COUT DE LA MARGE

les PM à prendre feuille précédente

Produits PP	5 515 879	5 502 290	5 110 885	4 816 677	4 345 731	3 917 723	3 495 537	3 157 958	2 876 861	2 559 440
ARI	1 010 070	1 019 513	945 065	887 449	768 685	666 661	587 499	496 662	431 341	367 747
CONFINA	140 011	141 170	155 145	165 107	171 774	175 590	176 500	176 252	174 009	170 313
CI	201 098	894 715	832 683	774 582	703 587	607 150	525 501	484 384	424 787	325 614
FPI	1 264 151	598 406	922 867	881 873	831 667	774 421	697 090	606 517	536 227	463 145
ERC	1 353 708	1 355 736	1 213 813	1 071 002	825 195	695 515	561 516	472 709	400 947	338 190
CCOM	204 558	250 349	286 761	315 448	338 849	352 378	362 221	367 046	368 591	365 473
MIV	171 362	141 870	67 643	32 559	17 455	11 400	7 482	5 757	3 362	1 048
PLAN A4	540 898	704 444	686 915	709 733	695 572	634 555	575 525	571 712	554 797	537 635
Temporaires Cible										
Temporaires Non Cible										
Emprunteurs (Décès)										
Prévoyance (Décès)										
Epargne en Euros										
total marge de solvabilité	5 515 879	5 502 290	5 110 885	4 816 677	4 345 731	3 917 723	3 495 537	3 157 958	2 876 861	2 559 440
flux de capital + intérêts sur cul	- 101 842	- 94 722	- 87 984	- 82 019	- 74 563	- 67 444	- 60 245	- 54 355	- 45 181	- 44 051
coût de la marge	588 215									

VIF 2008 *

4 299 018

11028872

valeur actuelle des résultats après le coût de la marge

-61,02% taux de M3

* Valeur cf infomé hors richesse latente

ANNEXE 3 :
Programmes de calcul

1. Programme de calcul du nombre de contrats :

Ce programme calcule le nombre de contrats en cours, le nombre de décès et le nombre de rachats tous les ans pour tous les contrats du portefeuille étudié.

Le programme ci- dessous est le programme de calcul pour le plan A4.

```
%macro copie;
data base_plana4;
set t_ev.baseinvent_plana4;
run;
data base_plana4;
set base_plana4;
age_0=round(age)+dureecourue; /*c'est l'age à la date d'évaluatuiion*/
age=round(age);/*c'est l'age à la souscription*/
run;
data table_plana4(rename=(age=age_0));
set table_plana4;
run;
%mend;

%macro table(table, taux,h);
data agf1;
set base_plana4;
where (tarif like &table and txint= &taux);
run;
proc sort data=agf1;
by age_0;
run;
proc sort data=table_plana4;
by age_0;
run;
data agf1;
merge agf1(in=t1) table_plana4;
by age_0;
if t1;
run;

/* Calcul du taux de mortalité par année d'exercice*/
data agf2(keep=age_0 nupol);
set agf1;
run;
data agf2;
set agf2;
%do k=1 %to &h;
    age_&k=age_0+&k;
%end;
run;
%do k=0 %to &h;
proc sort data=agf2;
```

```

by age_&k;
run;
data agf4_&k(keep=qx age_0 rename=(age_0=age_&k qx=qx_&k));
set table_plana4;
run;
proc sort data=agf4_&k;
by age_&k;
run;
data agf3_&k(keep=nupol age_&k qx_&k);
merge agf4_&k agf2(in=t1);
by age_&k;
if t1;
run;
%end;
%mend;
*%table('TD 88-90',3.5,31);
%macro rassembler(h);
data agf0_0;
set agf3_0;
run;
%do k=1 %to &h;
%let l=%eval(&k-1);
proc sort data=agf3_&k;
by nupol;
run;
proc sort data=agf0_&l;
by nupol;
run;
data agf0_&k;
merge agf0_&l agf3_&k;
by nupol;
run;
%end;
%mend;
*%rassembler(31);

%macro appeler(table, taux,h);
%copie;
%table(&table, &taux,&h);
%rassembler(&h);
%mend;

data table_plana4;
set sasuser.Td8890_Tx35_abat;
run;
%appeler('TD 88-90',3.5,31);
data plana41(keep =nupol age_0 qx_0 qx_1 qx_2 qx_3 qx_4 qx_5 qx_6 qx_7 qx_8 qx_9
qx_10 qx_11 qx_12 qx_13 qx_14 qx_15 qx_16
qx_17 qx_18 qx_19 qx_20 qx_21 qx_22 qx_23 qx_24 qx_25 qx_26 qx_27 qx_28 qx_29

```

```

qx_30 qx_31);
    set agf0_31;
run;

data table_plana4;
    set sasuser.Td8890_Tx325_abat;
run;
%appeler('TD 88-90',3.25,31);
data plana42(keep =nupol age_0 qx_0 qx_1 qx_2 qx_3 qx_4 qx_5 qx_6 qx_7 qx_8 qx_9
qx_10 qx_11 qx_12 qx_13 qx_14 qx_15 qx_16
qx_17 qx_18 qx_19 qx_20 qx_21 qx_22 qx_23 qx_24 qx_25 qx_26 qx_27 qx_28 qx_29
qx_30 qx_31);
    set agf0_31;
run;

data nb_mortalite;
    set plana41 plana42;
run;
proc sort data=nb_mortalite;
by nupol;
run;
proc sort data=base_plana4;
by nupol;
run;
data nb_mortalite;
merge base_plana4 nb_mortalite;
by nupol;
run;

/* on va joindre la table de rachat avec la base du plan A4*/
data nb_contr.tab_rach(keep=dureecourue tx_rachat_0 tx_rachat_1 tx_rachat_2 tx_rachat_3
tx_rachat_4 tx_rachat_5
tx_rachat_6 tx_rachat_7 tx_rachat_8 tx_rachat_9 tx_rachat_10 tx_rachat_11 tx_rachat_12
tx_rachat_13 tx_rachat_14
tx_rachat_15 tx_rachat_16 tx_rachat_17 tx_rachat_18 tx_rachat_19 tx_rachat_20
tx_rachat_21 tx_rachat_22
tx_rachat_23 tx_rachat_24 tx_rachat_25 tx_rachat_26 tx_rachat_27 tx_rachat_28
tx_rachat_29 tx_rachat_30 tx_rachat_31);
set sasuser.loirachat_plana4;
run;
proc sort data=nb_contr.tab_rach;
by dureecourue;
run;
proc sort data=nb_mortalite;
by dureecourue;
run;
data nb_contr.plana4_decès_rachat;
merge nb_mortalite(in=t1) nb_contr.tab_rach;
by dureecourue;if t1;
run;

```

```

/* Calcul du nombre de décès et de rachats*/
%macro calcul(h);
data plana4_deces_rachat;
set nb_contr.plana4_deces_rachat;
    nbdc_0=qx_0;
    nbrach_0=tx_rachat_0;
    nbpol_0=1;
    nbpol_1=nbpol_0-nbrach_0-nbdc_0;
    %do p=1 %to &h;
    %let q=%eval(&p+1);
    nbpol_1=nbpol_0-nbrach_0-nbdc_0;
    nbrach_&p=tx_rachat_&p*nbpol_&p;
    nbdc_&p=(nbpol_&p-nbrach_&p)*qx_&p;
    nbpol_&q=nbpol_&p-nbrach_&p-nbdc_&p;
if nbpol_&p <0 then nbpol_&p=0;
if nbrach_&p <0 then nbrach_&p=0;
if nbdc_&p <0 then nbdc_&p=0;

%end;
run;
%mend;
%calcul(31);
data nb_contr.table_final_nb_polices_plana4(keep= nupol age_0 dureecourue dureepm
capital nbrach_0 nbdc_0 nbpol_0 nbrach_1 nbdc_1 nbpol_1
nbrach_2 nbdc_2 nbpol_2 nbrach_3 nbdc_3 nbpol_3 nbrach_4 nbdc_4 nbpol_4 nbrach_5
nbdc_5 nbpol_5 nbrach_6 nbdc_6 nbpol_6
nbrach_7 nbdc_7 nbpol_7 nbrach_8 nbdc_8 nbpol_8 nbrach_9 nbdc_9 nbpol_9 nbrach_10
nbdc_10 nbpol_10 nbrach_11 nbdc_11 nbpol_11
nbrach_12 nbdc_12 nbpol_12 nbrach_13 nbdc_13 nbpol_13 nbrach_14 nbdc_14 nbpol_14
nbrach_15 nbdc_15 nbpol_15
nbrach_16 nbdc_16 nbpol_16 nbrach_17 nbdc_17 nbpol_17 nbrach_18 nbdc_18 nbpol_18
nbrach_19 nbdc_19 nbpol_19
nbrach_20 nbdc_20 nbpol_20 nbrach_21 nbdc_21 nbpol_21 nbrach_22 nbdc_22 nbpol_22
nbrach_23 nbdc_23 nbpol_23
nbrach_24 nbdc_24 nbpol_24 nbrach_25 nbdc_25 nbpol_25 nbrach_26 nbdc_26 nbpol_26
nbrach_27 nbdc_27 nbpol_27
nbrach_28 nbdc_28 nbpol_28 nbrach_29 nbdc_29 nbpol_29 nbrach_30 nbdc_30 nbpol_30 );
/*Table des nombres de contrats par année d'exercice, nombre de décès et de rachats par
année d'exercice, ainsi que
des taux de rachats et de décès*/
set plana4_deces_rachat;
capital=mtcap+mtcu;
run;
data nb_contr.table_sortie_finale_plana4(rename=(age=age_final));/* table des taux de
rcaahs et des taux de décès*/
set plana4_deces_rachat;
run;

```

2. Calcul des primes annuelles :

```
data BaseInvCnt_PLANA4;
    set sasuser.BaseInvCnt_PLANA4;
    age=round(age);
    age_calcul=round(age_calcul);
    dureecnt=round(dureecnt);
    dureerestante=round(dureerestante);

    /* Echéances partielles */
    t1=dureecnt/4;
    t2=dureecnt/2;
    t3=3*dureecnt/4;

run;
data Td8890_Tx325;
    set sasuser.Td8890_Tx325;
run;
data Td8890_Tx35;
    set sasuser.Td8890_Tx35;
run;

proc sort data=BaseInvCnt_PLANA4;
    by age;
run;

%macro CalculTxPrimeInv(table,t);
    data RecupPLANA4_tarif;
        set BaseInvCnt_PLANA4(where=((tarif like &table) and (txint = &t)));
    run;
    data RecupCommut_tarif (drop = Lx Sx Cx Rx);
        merge RecupPLANA4_tarif(IN=t) table_commut(rename=(AGE=age));
        by age;
        if (t = 1) then output;
    run;
    data RecupCommut_tarif_2 (drop = age_tp age_tp1 age_tp2 age_tp3);
        set RecupCommut_tarif;
        age_tp=age+dureecnt; /* Age au terme du contrat */
        age_n=round(age_tp);
        age_tp1=age+t1; /* Age au 1er quart du contrat */
        age_t1=round(age_tp1);
        age_tp2=age+t2; /* Age au 2eme quart du contrat */
        age_t2=round(age_tp2);
        age_tp3=age+t3; /* Age au 3eme quart du contrat */
        age_t3=round(age_tp3);
    run;
```

```

proc sort data=RecupCommut_tarif_2;
    by age_t1;
run;
data RecupCommut_tarif_3 (drop = age_t1 Lx Sx Cx Rx);
    merge RecupCommut_tarif_2(IN=t) table_commut(rename=(AGE=age_t1
Dx=Dx_t1 Nx=Nx_t1 Mx=Mx_t1));
    by age_t1;
    attrib age_t1 label="age_t1";
    attrib Dx_t1 label="Dx_t1";
    attrib Nx_t1 label="Nx_t1";
    attrib Mx_t1 label="Mx_t1";

    if (t = 1) then output;
run;

proc sort data=RecupCommut_tarif_3;
    by age_t2;
run;
data RecupCommut_tarif_4 (drop = age_t2 Lx Sx Cx Rx);
    merge RecupCommut_tarif_3(IN=t) table_commut(rename=(AGE=age_t2
Dx=Dx_t2 Nx=Nx_t2 Mx=Mx_t2));
    by age_t2;
    attrib age_t2 label="age_t2";
    attrib Dx_t2 label="Dx_t2";
    attrib Nx_t2 label="Nx_t2";
    attrib Mx_t2 label="Mx_t2";

    if (t = 1) then output;
run;

proc sort data=RecupCommut_tarif_4;
    by age_t3;
run;
data RecupCommut_tarif_5 (drop = age_t3 Lx Sx Cx Rx);
    merge RecupCommut_tarif_4(IN=t) table_commut(rename=(AGE=age_t3
Dx=Dx_t3 Nx=Nx_t3 Mx=Mx_t3));
    by age_t3;
    attrib age_t3 label="age_t3";
    attrib Dx_t3 label="Dx_t3";
    attrib Nx_t3 label="Nx_t3";
    attrib Mx_t3 label="Mx_t3";

    if (t = 1) then output;
run;

proc sort data=RecupCommut_tarif_5;
    by age_n;
run;
data RecupCommut_tarif_6 (drop = age_n Lx Sx Cx Rx);

```

```

merge RecupCommut_tarif_5(IN=t) table_commut(rename=(AGE=age_n
Dx=Dx_n Nx=Nx_n Mx=Mx_n));
by age_n;
attrib age_n label="age_n";
attrib Dx_n label="Dx_n";
attrib Nx_n label="Nx_n";
attrib Mx_n label="Mx_n";

nEx=Dx_n/Dx; /* Capital différé au terme */
t1Ex=Dx_t1/Dx; /* Capital différé au 1er quart du contrat */
t2Ex=Dx_t2/Dx; /* Capital différé au 2eme quart du contrat */
t3Ex=Dx_t3/Dx; /* Capital différé au 3eme quart du contrat */
Eng_nAx=(Mx-Mx_n)/Dx;
nax=(Nx-Nx_n)/Dx; /* Annuité temporaire näx */

prim_ann_pure=(0.2*(t1Ex+t2Ex+t3Ex)+0.4*nEx+Eng_nAx)/nax; /* Calcul de la Prime
Annuelle Pure */
prim_ann_inv=prim_ann_pure+(&g1/100); /* Calcul de la Prime Annuelle d'Inventaire */
prim_ann_com=prim_ann_inv/(1-&g4); /* Calcul de la Prime Annuelle commerciale */
if (t = 1) then output;
run;
%mend;
%macro primes (k);
data prime ;
set RecupCommut_tarif_6;
if mtprann=0 then prime_&k = prim_ann_com*loisorties_&k*capital;
if mtprann NE 0 then prime_&k = mtprann*nbpol_&k;
run;
%mend;

```

3. Calcul de la provision mathématique:

```

/* Macro permettant de rapatrier les différentes commutations nécessaires au calcul */
/* des Taux de PM d'inventaire */
%macro Commut(k);
data table1_2_&k;
set table1;
age_calcul_&k=age_calcul+&k;
run;
proc sort data=table1_2_&k;
by age_calcul_&k;
run;
data table1_3_&k (drop = Lx Sx Cx Rx);
merge table1_2_&k(IN=t) table_commut(rename=(AGE=age_calcul_&k Dx=Dx_&k
Nx=Nx_&k Mx=Mx_&k));
by age_calcul_&k;
attrib Dx_&k label="Dx_&k";
attrib Nx_&k label="Nx_&k";

```

```

attrib Mx_&k label="Mx_&k";
if (t = 1) then output;
run;
proc sort data=table1;
by nupol;
run;
proc sort data=table1_3_&k;
by nupol;
run;
data table1 (drop = age_calcul_&k);
merge table1 table1_3_&k;
by nupol;
run;
%mend;

%macro CalculAnnuite(k);
data temp_&k;
set table1;
if (&k <= dureerestante) then do;
    nEx_&k=Dx_n/Dx_&k; /* Capital différé (n'-k)E(x'+k) */
    if (&k <= t1-dureecourue) then do;
        t1Ex_&k=Dx_t1/Dx_&k; /* Capital différé (t1'-k)E(x'+k) */
        t2Ex_&k=Dx_t2/Dx_&k; /* Capital différé (t2'-k)E(x'+k) */
        t3Ex_&k=Dx_t3/Dx_&k; /* Capital différé (t3'-k)E(x'+k) */
    end;
else if (&k <= t2-dureecourue) then do;
    t1Ex_&k=0; /* Capital différé (t1'-k)E(x'+k) */
    t2Ex_&k=Dx_t2/Dx_&k; /* Capital différé (t2'-k)E(x'+k) */
    t3Ex_&k=Dx_t3/Dx_&k; /* Capital différé (t3'-k)E(x'+k) */
end;
else if (&k <= t3-dureecourue) then do;
    t1Ex_&k=0; /* Capital différé (t1'-k)E(x'+k) */
    t2Ex_&k=0; /* Capital différé (t2'-k)E(x'+k) */
    t3Ex_&k=Dx_t3/Dx_&k; /* Capital différé (t3'-k)E(x'+k) */
end;
else do;
    t1Ex_&k=0; /* Capital différé (t1'-k)E(x'+k) */
    t2Ex_&k=0; /* Capital différé (t2'-k)E(x'+k) */
    t3Ex_&k=0; /* Capital différé (t3'-k)E(x'+k) */
end;
    Eng_nAx_&k=(Mx_&k-Mx_n)/Dx_&k; /* (n'-k)A(x'+k) */
    nax_&k=(Nx_&k-Nx_n)/Dx_&k; /* Annuité temporaire (n'-k)ä(x'+k) */
end;
else do;
    nEx_&k=0; /* Capital différé (n'-k)E(x'+k) */
    t1Ex_&k=0; /* Capital différé (t1'-k)E(x'+k) */
    t2Ex_&k=0; /* Capital différé (t2'-k)E(x'+k) */
    t3Ex_&k=0; /* Capital différé (t3'-k)E(x'+k) */
    Eng_nAx_&k=0; /* (n'-k)A(x'+k) */
    nax_&k=0; /* Annuité temporaire (n'-k)ä(x'+k) */
end;

```

```

end;
run;
data table1 (drop = Dx_&k Nx_&k Mx_&k);
merge table1 temp_&k;
run;
%mend;

%macro CalculProvInv(k);
data essai_&k;
set table1;
/* Calcul des taux des provisions mathématiques d'inventaire suivant le capital */
if ((dureecourue = 0) and (&k = 0)) then do;
    TxProvInv_CPA_&k=0;
    TxProvInv_CUS_&k=0;
    TxProvInv_CUT_&k=0;
    TxProvInv_CUP_&k=0;
    TxProvInv_CUR_&k=0;
end;
else do;
    if (&k <= dureerestante) then do;
        TxProvInv_CPA_&k=0.2*(t1Ex_&k+t2Ex_&k+t3Ex_&k)+0.4*nEx_&k+
            Eng_nAx_&k+((&g1/100)-prim_ann_inv)*nax_&k;
        TxProvInv_CUS_&k=nEx_&k+Eng_nAx_&k+(&g1/100)*nax_&k;
        TxProvInv_CUT_&k=nEx_&k+Eng_nAx_&k+(&g1/100)*nax_&k;
        TxProvInv_CUP_&k=nEx_&k+Eng_nAx_&k+(&g1/100)*nax_&k;
        TxProvInv_CUR_&k=nEx_&k+Eng_nAx_&k+(&g1/100)*nax_&k;
    end;
    else do;
        TxProvInv_CPA_&k=0;
        TxProvInv_CUS_&k=0;
        TxProvInv_CUT_&k=0;
        TxProvInv_CUP_&k=0;
        TxProvInv_CUR_&k=0;
    end;
end;
end;
run;
data table1 (drop = nEx_&k t1Ex_&k t2Ex_&k t3Ex_&k Eng_nAx_&k nax_&k
TxProvInv_CPA_&k -- TxProvInv_CUR_&k);
merge table1 essai_&k;
/* Calcul des montants des provisions mathématiques d'inventaire */
MtProv_CPA_&k=TxProvInv_CPA_&k*mtcap;
MtProv_CUS_&k=TxProvInv_CUS_&k*mtcus;
MtProv_CUT_&k=TxProvInv_CUT_&k*mtcut;
MtProv_CUP_&k=TxProvInv_CUP_&k*mtcup;
MtProv_CUR_&k=TxProvInv_CUR_&k*mtcur;
MtProv_glob_&k=MtProv_CPA_&k+MtProv_CUS_&k+MtProv_CUT_&k+
MtProv_CUP_&k+MtProv_CUR_&k;
run;
%mend;

```

```

%macro ProjectionProv;
%local n;
%do n=0 %to &h; /* Rentrer ici l'horizon de calcul de la VI */
    %Commut(&n);
    %CalculAnnuite(&n);
    %CalculProvInv(&n);
%end;
%mend;

%macro SimulProvInv(TableTarif,TauxTarif);
    %let g1=0.50; /* Valeur du coef de chargements de gestion et d'encaissement, fixé à 0,50% */
    %CalculTxPrimeInv(&TableTarif,&TauxTarif);
data table1 (drop = Dx -- Mx Nx_t1 Mx_t1 Nx_t2 Mx_t2 nEx -- nax);
    set RecupCommut_tarif_6;
run;
%ProjectionProv;
%mend;

```

4. Cartographie des familles de produits:

```

data potb01 (drop = nuavt999 cprodv99 rename=(DTEFORI=dtefp));
set potb01 (keep = nupol nuavt999 dtefmod cprodv cprodv99 dtnass1 dtnass2 CETAP
TIMESTAM domaine DTEFORI );
attrib nuavt label="numéro d'avenant" format=4. length=4.;
nuavt=nuavt999;
attrib vsprod label="version de produit" format=4. length=4.;
vsprod=cprodv99;
attrib famille format=$8. length=$8.;
select (cprodv);
when ('ARI-A97','ARI-AGD') famille = 'ARI AGD';
when ('ARI-SGD','ARI-S97') famille = 'ARI SGD';
when ('VEN-CNT','VEN-C2T') famille = 'CONTINUA';
when ('EI') famille = 'EI';
when ('EPI-100') famille = 'EPI 100';
when ('EPI-300') famille = 'EPI 300';
when ('EPI-RTE') famille = 'EPI RTE';
when ('ERC-001','ERC-002') famille = 'ERC';
when ('GOOM','GOOMSER') famille = 'GOOM';
when ('PLAN A4','AZPL A4') famille = 'PLAN A4';
when ('MIV-1','MIV-2','MIV-3','MIV-4','MIV-2T','MIV-22T') famille = 'MIV';
otherwise famille = "";
end ;
run;

```

5. Programme de calcul de l'intérêt technique :

Ce programme a été établi pour le produit Plan A4.

```

%macro interet(k);
Data interet ;
Set interet ;
if ((dureecourue = 0) and (&k = 1)) then do;
    IntTech_&k=((prim_ann_pure*Capital+MtProvSorties_&k)/2)*(txint/100);
end;
else if (&k <= dureerestante) then do;
    IntTech_&k=((MtProvSorties_&q+MtProvSorties_&k)/2)*(txint/100);
end;
else do;
    IntTech_&k=0;
end;
run;

```

6. Calcul des différentes charges:

```

%macro charges(k);
Data charges;
Set charges;
if (famille = 'PLAN A4') then do;
    if (&k <= dureerestante) then do;
        CapGar_DC_&k=Capital; /* Capital en cas de décès */
        PrestMort_&k=Tx_Mort_&k*Loi_Sorties_&q*CapGar_DC_&k; /* Prestations
pr Sinistres DC */
        PrestRach_&k=Tx_Rachat_&k*MtProvSorties_&q; /* Prestations au titre de
Rachats */
    if (mtcur = 0) then do;
        if ((&k = (t1-dureecourue)+1) or (&k = (t2-dureecourue)+1) or (&k = (t3-
dureecourue)+1)) then do; /* Prestations totales */
            PrestSorties_&k=Loi_Sorties_&q*0.2*mtcap+PrestMort_&k+PrestRach_&k;
        end;
        else do;
            PrestSorties_&k=PrestMort_&k+PrestRach_&k; /* Prestations totales */
        end;
        end;
        else do;
            PrestSorties_&k=PrestMort_&k+PrestRach_&k;
        end;
    if (&k < dureerestante) then do;
        Prime_&k=Prime_0*Loi_Sorties_&k; /* Prime annuelle commerciale nette de sorties */
    end;
    else if (&k = dureerestante) then do;
        Prime_&k=0;
    end;
end;
end;
else do;
    CapGar_DC_&k=0;
end;

```

```
    PrestMort_&k=0;
    PrestRach_&k=0;
if (&k = dureerestante+1) then do;
if (mtcur = 0) then do;
PrestSorties_&k=Loi_Sorties_&q*(0.4*mtcap+mtcup);/*Règlement capital garanti au
terme*/
end;
else do;
PrestSorties_&k=Loi_Sorties_&q*(mtcur+mtcup);/* Règlement capital réduit */
end;
end;
else do;
PrestSorties_&k=0;
end;
Prime_&k=0;
end;
end;
```