

CONFERENCE INTERAFRICAINNE DES MARCHES D'ASSURANCE
(CIMA)



INSTITUT INTERNATIONAL DES ASSURANCES

(IIA)

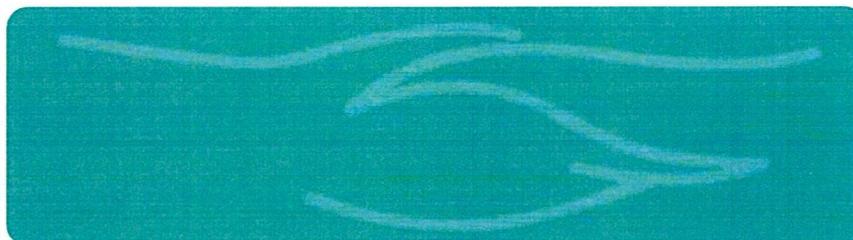


BP 1575 YAOUNDE-TEL :(+237)22207152 - Fax :(+237) 22 20 71 51

E-mail : iia@cameroun.com

Site web : <http://www.iiacameroun.com>

Yaoundé / Cameroun



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
EN ASSURANCE (DESS-A)

(Cycle III 22^{ème} Promotion 2014-2016)

CONCILIATION DES CONTRAINTES DE GESTION TECHNIQUE,
FINANCIERE ET COMMERCIALE EN ASSURANCE VIE DANS LA
ZONE CIMA :
CAS DE L'UNION DES ASSURANCES DU BURKINA-VIE
(UAB-VIE)

Présenté et soutenu par :

Pacome Williams Charlemagne ZONGO

Etudiant en DESS – Assurance à l'IIA

Sous la direction de :

Madame BATIENON / M'po Marie NEBIE

Directrice Générale Adjointe de l'UAB-Vie

(Novembre 2016)

Votre avenir, notre quotidien





DEDICACE :

- A **Dieu**, pour tout !
 - A mon épouse *Chantal* et à notre fils *Palingd-Wendé Christ-Maleck*, pour tous les sacrifices endurés durant mon absence pour cette formation !
 - A tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu tout au long de cette formation !

REMERCIEMENTS :

La rédaction de ce mémoire a nécessité le concours de plusieurs personnes que nous tenons à remercier sans que leur responsabilité ne soit engagée par d'éventuelles erreurs qu'il pourrait contenir. Nos remerciements et notre profonde gratitude vont à l'endroit de :

M. **Soumaïla SORGHO**, Directeur Général du groupe UAB, pour avoir accepté de nous accueillir dans sa structure en tant que stagiaire et pour nous avoir mis dans les conditions satisfaisantes de travail nécessaires à la rédaction de ce mémoire;

M. **Sékou ZOROM**, Directeur Général Adjoint de l'UAB-IARDT, pour ses multiples encouragements, conseils et soutien ;

M. **Jean Claude KINI**, Directeur Financier du Groupe UAB et de M. **François KABORE**, Directeur de l'Audit Interne et Inspection des Réseaux du Groupe UAB, pour leur disponibilité et les éclairages qu'ils nous ont apporté à plusieurs niveaux de la rédaction de ce mémoire ;

Mlle **Estelle Sonia BAYILI**, Chef de Département Technique et de M. **Raphaël OUEDRAOGO**, Chef de Département Gestion, pour les explications, les orientations, les données précieuses qui ont contribué à la substance de ce document.

Mention Spéciale à **Mme M'po Marie NEBIE, épouse BATIENON**, Directrice Générale Adjointe de l'UAB-Vie, qui malgré ses multiples occupations et son temps très limité, a su trouver le temps, pour nous accompagner avec beaucoup de rigueur, d'efficacité et d'une disponibilité à toute épreuve. Merci vraiment du fond du cœur !!!

Tout le personnel du Groupe UAB, pour l'accueil chaleureux et la considération qui nous ont été réservés lors de mon passage dans chaque service du groupe ;

La Direction des Assurances, en particulier à : **Mme Aminata OUEDRAOGO/SEMDE**, Directrice Général Adjoint du Trésor du Burkina Faso, ex Directrice des assurances du Burkina et à **Mme Mamou OUEDRAOGO** actuelle Directrice des Assurances, pour leur soutien à notre égard ;

Toute l'administration de l'IIA, pour les bonnes conditions de vie et d'études dont nous avons bénéficié tout au long de notre formation à l'Institut ;

Tous nos camarades des 22^{ème} et 12^{ème} promotions DESS-A et MST A, pour avoir bien voulu partager les durs et précieux moments de la vie à l'Institut ;

SIGLES ET ABBREVIATIONS :

AA :	Actifs Admissibles
ACAVI :	Assurance à Capital Variable Immobilier
ACPR :	Autorité de Contrôle Prudentiel et de la Régulation
Art. :	Article
AUC :	Area Under the Curve
CIMA :	Conférence Interafricaine des Marchés d'assurance
EIOPA :	European Insurance and Occupational Pensions Authority
ER :	Engagements Réglementés
ERA :	Epargne Retraite Avenir
FANAF :	Fédération des sociétés d'Assurance de droit National Africaine
FCFA :	Franc de la Communauté Financière d'Afrique
GAP :	Gestion Actif-Passif
GLM :	Generalized Linear Model
IAIS :	International Association of Insurance Supervisors (ou AICA : Association International des Contrôleurs d'Assurance)
NAIC :	National Assessment of Insurance Commissioners
ORSA :	Own Risk and Solvency Assessment (ou EIRS : Evaluation Interne des Risque et de la Solvabilité)
PM :	Provision Mathématique
ROC (courbe) :	Receiver Operating Characteristic (curve)
RPAP :	Rachat Partiel Annuel par Police
SICAV :	Société d'Investissement à Capital Variable
SMIG :	Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti
TD :	Temporaire Décès
TEGA :	Taux Effectif Global de l'Avance
TFC :	Technique, Financier et Commerciale
UAB :	Union des Assurances du Burkina Faso
VAP :	Valeur Actuelle Probable

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: Limitation par catégorie des placements	18
Tableau 2: Contraintes de gestion technique et commerciale inhérentes au produit ERA	40
Tableau 3: Contraintes de gestion financière inhérentes au produit ERA.....	41
Tableau 4: Statistiques élémentaires des variables quantitatives en fonction du sexe des assurés	45
Tableau 5: Statistiques élémentaires des variables quantitatives en fonction de la variable binaire Rachat Partiel.....	46
Tableau 6: Les modalités de la variable Statut de Police	46
Tableau 7: Rachat partiel selon les classes d'âges des assurés	48
Tableau 8: Rachat partiel selon les classes d'âges des polices.....	48
Tableau 9: Tableaux de croisement du Mode et de la Périodicité de paiement des primes avec le Rachat Partiel.....	48
Tableau 10: Résultats de la modélisation ZINB (modèle de comptage)	60
Tableau 11: Contraintes de gestion technique et commerciale inhérentes au produit TD Emprunteur	63
Tableau 12: Contraintes de gestion financière inhérentes au produit TD Emprunteur	64
Tableau 13: Croisement entre Durée de vie après prise d'effet de la police et Retard de déclaration des décès.	66
Tableau 14: Durées de vie de la date d'effet au décès des assurés par organisme partenaire	66
Tableau 15: Analyse de la sinistralité par cohorte d'année d'effet	68

LISTE DES FIGURES :

Figure 1: Les principaux risques techniques vie.....	13
Figure 2: Organigramme d'un modèle déterministe	29
Figure 3: Le Rachat partiel en fonction du sexe de l'assuré et du statut de police	47
Figure 4: Rachat partiel en fonction des caractéristiques des intermédiaires et du Rachat partiel antérieur	49
Figure 5: Structure du nombre de rachat partiel annuel par police en 2014.....	59
Figure 6: Comparaison des taux de mortalité par année d'observation	69
Figure 7: Comparaison taux de mortalité observé et taux CIMA-H	69
Figure 8: Ajustements graphiques des taux de mortalité avant et après modélisation	71

RESUME :

Les aspects technique, commercial et financier en assurance vie constituent les piliers de son développement, et la source de sa ruine probable. Aussi, des contraintes de gestion technique, commerciale et financière garantissent leur solvabilité, leur rentabilité, donc leur survie dans les environnements concurrentiels. La question centrale de ce mémoire était : *« Pourquoi et Comment concilier les contraintes de gestion technique, financière et commerciale des sociétés d'assurance vie ? Cas des sociétés dans la zone CIMA »*.

Les contraintes gestion Technique, Financière et Commerciale en assurance vie se révèlent souvent antagoniques, et la gestion en silos de celles-ci peut conduire à la faillite (ruine) d'une société d'assurance vie. En effet c'est la spécificité des objectifs ou buts poursuivis par ces principales chaînes de valeurs qui conduisent à des contraintes de gestion antagonistes au sein même de chaque chaîne de valeurs, et entre ces différentes chaînes.

La principale méthode de conciliation de ces contraintes de gestion est la Gestion Actif-Passif (GAP). L'étude des techniques de GAP compte trois (03) principales générations d'outils de GAP de complexité croissante, applicables en assurance vie. Mais la spécificité du marché financier de l'espace CIMA ne permet que l'application des deux premières générations avec une combinaison possible des deux outils.

La conduite de ces différentes méthodes (en particulier dans la zone CIMA où la mise en œuvre de la GAP est quasi inexistante) nécessite en premier la mise en place d'une fonction GAP dont les organes majeurs sont le Comité Gestion Actif Passif et la Cellule Technique Actif Passif. Et la réflexion actif-passif fondée sur un cahier de charges de la gestion financière (un contrat de gestion) constitue le premier acte à poser par le Comité Actif Passif. Par ailleurs, des modèles de comportements permettant de prédire les flux de passif sont un préalable nécessaire à la mise en œuvre des différents outils de GAP applicables.

Ce mémoire propose donc un début d'initiative GAP dans le cadre de l'UAB Vie en mettant en œuvre des modèles de prévision de flux de passif sur deux produits. Le modèle de régression logistique a permis de sélectionner les variables déterminantes ainsi que leurs modalités pour expliquer le choix des assurés de racheter partiellement leur contrat d'épargne-retraite. Par la suite, la régression Binomiale Négative avec Inflation de zéros (ZINB : Zéros Inflated Negatif Binomial model) permettra de prédire le nombre probable de rachat partiel annuel par police. Dans le cas des contrats Temporaire Décès emprunteurs, le modèle de Brass (1971) mis en œuvre, permettra d'établir des prévisions des sorties par décès sur les polices, afin d'alimenter la méthode GAP à mettre en œuvre.

ABSTRACT :

The technical, commercial and financial aspects in life insurance are the pillars of its development but they can also be considered to be the source of its probable ruin. Also, the constraints of technical, commercial and financial guarantee their solvency, profitability, so their survival in competitive environments. The central question of this thesis was: "Why and How to reconcile the constraints of technical, financial and commercial aspects in life insurance companies? For companies in the CIMA zone."

Technical Constraints Management, Financial and Commercial life insurance often turn antagonistic and managing silos of these can lead to bankruptcy (bankruptcy) of a life insurance company. Indeed it is the specific goals or aims of the main value chains that lead to antagonistic management constraints within each value chain, and between different channels.

The main method of reconciliation of these stress management is the Asset-Liability Management (ALM). The study of ALM techniques has three (03) major generations of increasingly complex ALM tools, applicable to life insurance. But the specificity of the financial market of the CIMA space only allows the application of the first two generations with a possible combination of the two tools.

The conduct of these methods (especially in the CIMA zone where the implementation of ALM is almost nonexistent) first requires the establishment of a ALM function whose major organs are the Assets Liabilities Management Committee and the Cell technical Assets Liabilities. And asset-liability reflection based on specifications of financial management (management contract) is the first act to ask the Committee Assets Liabilities. Furthermore, behavioral models to predict passive flows are a prerequisite for the implementation of the various applicable ALM tools.

This brief proposes a ALM initiative early part of the UAB Vie in implementing passive flow prediction models for both products. The logistic regression model was used to select the key variables and the arrangements to explain the choice of insured to partially redeem their retirement savings contract. Thereafter, the Binomial regression with zeros Negative inflation (ZINB: Zeros Inflated Negative Binomial model) will predict the likely number of annual partial surrender per contract. In the case of death borrowers Temporary contracts, Brass model (1971) implemented, will establish predictions death experience on policies, to supply the ALM method to implement.

SOMMAIRE :

DEDICACE :	i
REMERCIEMENTS :	ii
SIGLES ET ABBREVIATIONS :	iii
Liste des Tableaux :	iv
Liste des Figures :	v
RESUME :	vi
ABSTRACT :	vii
SOMMAIRE :	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1ère Partie : ANALYSE DES CONTRAINTES DE GESTION ET ETUDE DES TECHNIQUES / OUTILS DE CONCILIATION	4
CHAPITRE I : NATURE DES CONTRAINTES DE GESTION EN ASSURANCE VIE DANS LA ZONE CIMA.	6
Section 1 : Contraintes de gestion techniques et commerciales.....	6
Section 2 : Contraintes de gestion financières	16
Section 3 : Problématique de la conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale en assurance vie.....	23
CHAPITRE II : TECHNIQUES DE CONCILIATION DES CONTRAINTES DE GESTION EN ASSURANCE VIE.....	25
Section 1 : Techniques / Outils de gestion actif passif en assurance vie.....	25
Section 2 : Démarche applicable pour la mise en place d'une fonction GAP dans une société d'assurance vie.....	34
2ème Partie : CAS PRATIQUE DANS LE CADRE DE L'UNION DES ASSURANCES DU BURKINA VIE (UAB VIE).....	37
CHAPITRE I: APPLICATION A UN PRODUIT DE TYPE EPARGNE RETRAITE : Epargne-Retraite-Avenir (ERA).....	39
Section 1 : Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit ERA et méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA	39
Section 2 : Modélisation du profil des rachats Partiels	42
CHAPITRE II : APPLICATION A UN PRODUIT DE TYPE DECES: Contrat Décès Emprunteurs.....	62
Section 1 : Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit Décès emprunteur et méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA.....	62
Section 2 : Facteurs explicatifs de la sinistralité du produit Décès emprunteur.....	65
CONCLUSION GENERALE :	72
BIBLIOGRAPHIE :	74
ANNEXES :	75
TABLE DES MATIERES.....	94

INTRODUCTION GENERALE

Le contrat d'assurance vie est un accord formel entre une société d'assurance vie qui prend l'engagement irrévocable de verser des prestations au bénéficiaire du contrat en fonction de la réalisation d'événements aléatoires viagers, en échange de quoi le souscripteur prend l'engagement révocable de verser des cotisations en fonction de la réalisation d'événements viagers.

Ainsi, fondée sur une relation contractuelle entre l'assureur et son client, le souscripteur, l'activité d'assurance repose fondamentalement sur la confiance, au premier chef la confiance de l'assuré en la capacité de son assureur de tenir ses engagements. Ce qui explique que cette activité soit très étroitement réglementée. Cette réglementation entend protéger les assurés en mettant en place des mécanismes permettant de garantir la solvabilité des sociétés d'assurance : les sociétés d'assurance sont soumises à des contraintes de gestion réglementaires.

L'activité d'assurance se caractérise aussi par une inversion du cycle de la production : la prime est encaissée immédiatement alors que la prestation ou le règlement de l'indemnité intervient ultérieurement. Ce cycle de production inversé, dote les assureurs d'importants capitaux qu'ils doivent gérer de façon optimale de manière à faire face à l'éventualité de la survenance d'un sinistre et à la gestion de l'épargne pour les activités vie. De cette particularité de l'activité d'assurance naissent des contraintes de gestion spécifiques se déclinant par ailleurs en termes de règles de gestion des risques encourus. A cet effet, l'analyse des engagements effectivement pris par l'assureur fait ressortir une exposition de la société à des risques de nature différente : risque *technique* bien sûr, mais également *commercial* (pouvant causer un frein au développement, voire la chute du chiffre d'affaires en dessous du point mort et donc non-couverture des frais fixes) et *financier* (risque de chute du revenu des placements, risque d'instabilité et de dépréciation du capital géré), sans compter les risques liés aux systèmes d'information des sociétés.

Dans les faits, les sociétés d'assurance vie exercent au quotidien deux métiers : *La commercialisation et la gestion des contrats d'assurance d'une part, et la gestion financière de portefeuille de placement d'autre part*. Le premier constitue leur métier de base et le second, financier, constitue une composante essentielle, souvent méconnue, du métier de l'assureur vie.

Ainsi, la technique, la finance et le commercial constituent la trinité fondamentale du métier de l'assureur vie : ce sont les principales chaînes de valeur de l'assurance vie, avec des chaînes de valeurs supports non moins importantes comme la comptabilité et l'informatique. Par conséquent, bien que soumise à plusieurs contraintes de gestion, les résultats d'une société d'assurance vie sont fondamentalement tributaires des résultats et de la qualité des chaînes de valeurs technique, financière et commerciale.

En effet, la chaîne de valeur distribution (commerciale) dans une société d'assurance vie tient une place importante, car d'elle dépend la réalisation de l'objectif de chiffre d'affaire arrêté au budget annuel. Mais, la tarification des produits, la juste évaluation des provisions mathématiques et la structuration techniques des contrats en cohérence avec la réglementation, tâches dévolues à la technique, constituent le socle de l'activité de l'assureur vie. Pendant que la représentation des engagements¹ par des placements sûrs (pas de risque de dégradation), liquides (facile à vendre en cas de nécessité), rentables et congruents (exprimé dans la même devise que les engagements), assurant une disponibilité suffisante de capitaux propres (fonction de la chaîne de valeur financière) en constitue le gage de la pérennité de son activité.

L'objet de ce mémoire est la conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale (TFC) d'une société d'assurance vie dans la zone CIMA. Que faut-il entendre par contrainte ? Etymologiquement, une contrainte est une violence ou une pression exercée sur une personne pour l'obliger à faire quelque chose ou pour l'empêcher de faire ce qu'elle voudrait. Alors, les contraintes de gestion d'une société d'assurance vie sont l'ensemble des obligations et des règles auxquelles sont soumises les sociétés pour leur permettre de respecter leurs engagements en permanence. La conciliation des contraintes de gestion évoque donc la gestion coordonnée et intégrée d'une entité exerçant un métier avec plusieurs ramifications et structurée en différents départements ou directions soumis à des règles, principes et techniques spécifiques et différenciés. La question centrale est donc : **« Pourquoi et Comment concilier les contraintes de gestion technique, financière et commerciale des sociétés d'assurance vie ? Cas des sociétés dans la zone CIMA ».**

L'objectif général de cette étude est d'analyser les contraintes de gestion technique, financière et commerciale des assurances vie dans la CIMA, en vue de mettre en exergue la nécessité d'une gestion intégrée et coordonnée des chaînes de valeurs technique, financière

¹ Article 335 du Code CIMA.

et commerciale, et l'étude des méthodes et/ou outils de conciliation des contraintes TFC applicables. Spécifiquement, ce mémoire vise à :

- Montrer qu'une société d'assurance vie est soumise à des contraintes de gestion technique, financière et commerciale souvent antagonistes dans le cadre d'une gestion en silos des principales chaînes de valeurs ;
- Montrer la nécessité d'une gestion intégrée et coordonnée par la mise en place d'un comité de Gestion Actif Passif (GAP);
- Etudier les différentes méthodes de GAP applicables dans le cadre de la CIMA ;
- Enfin, conduire une application à des produits d'assurance dans le cadre de l'UAB Vie.

Ce mémoire n'a pas la prétention de traiter de toutes les contraintes de gestion et surtout pas de l'entière des contraintes de gestion technique, financière et commerciale (TFC) d'une société d'assurance vie. Dans la première partie, théorique, nous présentons l'analyse des contraintes de gestion technique, financière et commerciale des sociétés d'assurance vie de la zone CIMA et mettons en exergue la problématique de la conciliation de ces dernières pour une gestion efficace et optimale (*chapitre 1*). Au *chapitre 2* est présentée la principale méthode de conciliation qu'est l'adossement Gestion Actif-Passif (GAP) : Quelles sont les principales techniques de GAP applicables en assurance vie dans le contexte des sociétés des Etats membre de la CIMA et quelles démarches applicables pour la mise en place d'une fonction GAP ?

La deuxième partie plus pratique, étudie la conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale dans le cadre spécifique de l'Union des Assurances du Burkina Vie (UAB Vie). Au *chapitre 1*, après l'analyse des contraintes de gestion TFC inhérentes au produit de type épargne-retraite et des méthodes de GAP applicables, nous modéliserons le profil des rachats partiels qui constitue un intrant essentiel de la GAP. Le *chapitre 2* s'intéresse à un produit comportant le risque de décès : la Temporaire Décès Emprunteur. Nous y déroulerons la même procédure d'étude et mettons en œuvre un modèle d'ajustement des taux de mortalité observée dans l'optique d'une prévision des décès futurs sur le portefeuille, nécessaire pour la mise en œuvre de la GAP.

-1ère Partie -

ANALYSE DES CONTRAINTES DE GESTION ET ETUDE DES TECHNIQUES / OUTILS DE CONCILIATION

Chapitre 1 : Nature des contraintes de gestion en Assurance vie dans la zone CIMA.

Chapitre 2 : Technique de conciliation des contraintes de gestion en Assurance vie.

« L'assureur est un industriel de la prise de risques. Il propose des contrats dont le but est de transférer le risque d'un agent économique, l'assuré, à un ou plusieurs autres (l'assureur et/ou le(s) réassureur(s)) »²

La typologie des natures de risques qu'assure une compagnie d'assurance vie est en apparence relativement simple. Cependant, les contraintes imposées par la législation et la réglementation, ainsi que les engagements contractuels pris par les compagnies complexifient singulièrement l'analyse des garanties délivrées.

Les entreprises ont également un ensemble de processus de gestion des risques auxquels elles sont soumises. Ces processus posent un cadre et des limites dans les prises de risques dans la gestion des entreprises. Par exemple, les conventions de gestion d'actifs cadrent la stratégie d'investissement et les politiques de souscription cadrent les produits autorisés à la vente, ou les conditions de souscription acceptables.

Cette partie du mémoire a pour objectif d'analyser les contraintes de gestion technique, financière et commerciale (TFC) inhérentes à l'assurance vie dans la zone CIMA et de faire l'inventaire des méthodes de conciliation qui leur sont applicables. Ces contraintes de gestion sont analysées du point de vue des risques encourus par une société d'assurance vie et du point de vue du cadre réglementaire imposé aux assureurs vie (*Chapitre 1*). Ensuite interviendra la présentation et l'analyse des méthodes de conciliation, suivi de la démarche de mise en œuvre d'une fonction GAP en assurance vie (*Chapitre 2*)

² Dan Chelly, Gildas & L'Argus Editions (2012), Gérer les risque sous solvabilité 2.

CHAPITRE I : NATURE DES CONTRAINTES DE GESTION EN ASSURANCE VIE DANS LA ZONE CIMA.

Ce chapitre a pour objectif d'étudier les contraintes de gestion TFC d'une société d'assurance vie et de mettre en exergue la problématique de la conciliation de ces dernières pour une gestion efficace et optimale.

Section 1 : Contraintes de gestion techniques et commerciales

Les contraintes de gestion technique et commerciale des sociétés d'assurance vie dans l'espace CIMA se déclinent en contraintes de gestion réglementaires et en contraintes émanant des règles de gestion de la société en vue de se protéger des risques encourus.

1.1 : Contraintes de gestion technique et commerciale réglementaires

Ces contraintes s'énoncent en termes de règles concernant la gestion des contrats (revenu & capital) et de règles prudentiels.

1.1.1 Règles concernant la gestion du revenu

(a) Cadre général

Le code CIMA en son *article 338*, fixe les conditions de tarification générale, sans distinction de contrat d'assurance vie et de capitalisation. Ainsi, on a un taux maximum de rémunération fixé à 3,5%, avec usage de la table de mortalité CIMA-H pour les assurances en cas de décès et CIMA-F pour les assurances en cas de vie. Ces tarifs doivent par ailleurs comporter des chargements permettant la récupération par la société des frais engagés dont le niveau doit être justifiable et raisonnable.⁵

Le législateur dans cette contrainte, vise entre autres à empêcher la sous tarification des contrats d'assurance et à pallier les risques d'insuffisance de rendement des placements de l'assureur pour le versement des rémunérations au taux fixé par le contrat, et donc à limiter le risque de ruine de l'assureur. Ainsi donc, l'assurance vie ne se prête pratiquement pas à la concurrence par les prix en raison des tables de mortalité imposées et du taux d'intérêt technique plafond. Mais aussi parce que les tarifs doivent être approuvés et font l'objet de contrôle. Le niveau justifiable et raisonnable des chargements fixés à priori, est mis en exergue au travers de l'état C26 (introduit depuis 2014). Cet état permet de vérifier a posteriori l'adéquation entre les chargements et les frais généraux à financer.

(b) Contrats à taux majorés / actifs cantonnés

Le code CIMA en son *article 338-2*, prévoit des règles particulières pour certains types de contrats : *contrats de rente viagère immédiate souscrits par des personnes âgées d'au moins*

65 ans ainsi que des contrats vie et capitalisation à prime unique d'une durée maximale de 10 ans. Le tarif de ces contrats peut être calculé d'après un taux d'intérêt technique supérieur au taux technique stipulé par l'article 338. Dans ce cas et pour chacun des tarifs, l'actif représentatif des engagements correspondant à ces contrats est isolé en comptabilité et doit procurer un rendement supérieur d'au moins un tiers au taux d'intérêt du tarif. Cette règle s'applique également au taux de rendement des placements nouveaux, à défaut, le contrat cesse d'être présenté au public.

Cette contrainte permet de déroger à l'obligation précédente, mais avec des restrictions importantes en matière de représentation. Par cette règle, le législateur permet aux assurés avec un risque de mortalité aggravé (au moins 65 ans) de bénéficier des avantages du contrat de rente viagère immédiate, et oblige l'assureur à rétribuer beaucoup plus des gains de rendement futurs aux assurés et bénéficiaires de contrat dans le cas de la prime unique pour des contrats d'une durée maximale de 10 ans. En revanche, le législateur veut s'assurer de la capacité de l'assureur à présenter un tel produit d'assurance. C'est en cela que le cantonnement des actifs représentatifs de ces engagements et l'exigence en termes de rendement sont imposés.

(c) Participation bénéficiaire

Aux termes des *articles 81 à 86* du code CIMA, les sociétés d'assurance sur la vie sont tenues de faire participer leurs assurés aux bénéfices techniques et financiers qu'elles réalisent sur l'ensemble des contrats individuels et collectifs de toute nature à l'exception des contrats collectifs en cas de décès.

Le montant minimal annuel de la participation aux résultats est le solde créditeur du compte de participation aux résultats. Et le montant minimal de la participation aux bénéfices est égal à ce solde diminué du montant des intérêts crédités aux provisions mathématiques.

Cette contrainte de gestion est principalement technique mais avec des implications financières en termes de rendement des actifs en vue d'avoir un compte de participation au résultat créditeur. Le volet technique s'intéresse à la juste tarification et à la maîtrise de frais de gestion. La motivation de cette contrainte provient de l'idée que l'assureur est riche de ses dettes. En effet, l'assureur ne gère que des sommes qui appartiennent aux assurés et doit donc leur rétribuer la quasi-totalité des bénéfices réalisés (90% des bénéfices techniques de mortalité et de gestion, plus 85% des bénéfices financiers). Mais le législateur veut encore aller plus loin avec le projet de loi d'exclusion du compte de participation aux résultats, du déficit de chargement de gestion pour couvrir les frais généraux. Dans cette nouvelle

formulation en projet, une société peut bien être en perte en raison des frais généraux non couverts et être enclin à distribuer des participations aux bénéficiaires.

1.1.2 Règles concernant la gestion du capital

Ces règles sont principalement les règles liées aux options réelles réglementaires attachées aux contrats et les contraintes sur les contrats à capital variable.

(a) Possibilité d'exercice prématuré de son droit au capital par l'assuré

Le code CIMA prévoit en effet l'exercice par les assurés, à leur convenance, de droits de disposition sur les fonds gérés : *droit de renonciation*, de *rachat* et de *demande d'avance*.

❖ Droit de renonciation

Ce droit est indiqué par *l'article 65*. L'assuré peut renoncer au contrat d'assurance signé dans les 30 jours qui suivent le premier versement. La renonciation entraîne la restitution de la prime versée, déduction faite du coût de police, dans le délai maximal de trente (30) jours à compter de la réception de ladite renonciation. Passé le délai, les sommes non restituées produisent de plein droit intérêt à 150% du taux légal durant deux (2) mois, puis à 200 % de ce taux.

❖ Droit de rachat

Aux termes de *l'article 74* du code CIMA, le droit de rachat ou de réduction du contrat est acquis lorsque 15% des primes ou cotisations prévues au contrat ont été versés ou lorsqu'au moins deux (2) primes annuelles ont été payées. Aussi, l'assureur peut d'office substituer le rachat à la réduction si la valeur de rachat du contrat est inférieure au SMIG dans l'Etat de souscription du risque.

Le contrat peut prévoir une pénalité à l'encontre de l'assuré demandant le rachat, dans le respect de deux limites : (1)- le montant de la pénalité ne peut excéder 5 % de la provision mathématique du contrat et aucune pénalité n'est applicable sur les contrats de plus de dix ans ; (2)- l'indemnité est nulle lorsque le rachat est effectué pour compenser la part restant due sur une avance non remboursée.

Certaines assurances sont dépourvues de valeur de rachat (*Article 77*), afin d'éviter des phénomènes d'anti-sélection, par exemple : les contrats de Rente viagère immédiate ou en cours de service et les assurances de capitaux de survie et de rente de survie.

❖ Droit de demande d'avance

Selon *l'article 74* du code des assurances, l'assureur peut consentir des avances au contractant, dans la limite de la valeur de rachat, à condition de disposer d'un système d'information permettant le suivi et la justification des opérations d'avance. Aussi, le taux

auquel les avances sont consenties, doit être inférieur au taux technique maximum³ augmenté du taux de participation aux bénéfices distribués du dernier exercice clôturé plus deux points.

C'est à l'*article 74-1* que le code précise le cadre, la durée et diverses mentions obligatoires sur le contrat d'avance. Il en ressort que :

- (i) le taux effectif global de l'avance (TEGA) ou taux actuariel doit être inférieur ou égal au plafond prévu à l'*article 74* sans dépasser 7%.
- (ii) la durée maximale de remboursement d'une avance doit être inférieure à 12 mois ;
- (iii) Et dans tous les cas, la date d'échéance de l'avance ne doit pas être postérieure à la date d'échéance du contrat.

Notons que la pratique de l'avance est une faculté et non une obligation pour l'assureur. Toutefois, l'assureur pourrait se sentir plus ou moins contraint pour des raisons commerciales.

Par ces contraintes, le législateur garantit une certaine flexibilité des contrats d'assurance vie et de capitalisation. Ce qui pourrait fragiliser l'assureur en cas d'exercice massif des différentes options. Concrètement, ces droits accordés constituent en fait des options cédées aux assurés conjointement au contrat (avec possibilité de modification contractuelle pour les options de rachats partiels et d'avance) sans avoir été forcément tarifées à leur juste prix. Le législateur fixe un plafond de 5% de pénalité comme le prix de l'option de rachat, mais cela peut être insuffisant. Aussi, l'horizon de 10 ans pour ne plus appliquer de pénalité serait-il suffisant pour permettre à l'assureur de récupérer totalement les charges à supporter par le rachat anticipé ?

(b) Contrainte règlementaire liée à la rédaction des contrats

L'activité d'assurance consiste en la vente de promesse par l'assureur. Aussi le législateur a-t-il voulu encadrer la présentation du produit au public. Les *articles 62, 63 et 64* du code CIMA indiquent donc les mentions obligatoires qui doivent apparaître sur la police d'assurance.

Ces contraintes ont la particularité d'obliger l'assureur à présenter des produits d'assurance juridiquement valides et permettant au mieux de protéger les intérêts des assurés et bénéficiaires de contrat d'assurance. Les contrôles a priori (visa des contrats) et a posteriori (contrôle CRCA et Direction Nationale des Assurances) assortis de sanctions garantissent le respect de ces différentes contraintes.

³ Taux de 3.5% prévu au 2° de l'article 338 du code des assurances.

**(c) Contrainte réglementaire liée à l'obligation d'information annuelle aux assurés
(Article 75)**

Cette contrainte oblige l'assureur à informer au moins une fois l'an l'assuré (au plus tard le 30 juin de chaque année) sur la situation de son contrat aussi longtemps que ces contrats donnent lieu à paiement de prime. La lettre de l'article précise même les différentes informations à communiquer. Pour les contrats ne donnant plus lieu à paiement de prime, les informations visées ci-dessus ne sont communiquées pour une année donnée qu'au contractant qui en fait la demande.

L'information à l'assuré est le gage de la transparence dans la gestion de l'assureur, et la transparence dans la gestion renforce et motive la confiance des assurés. Toutefois, cette information a un coût, et le canal traditionnel des boîtes postales (lettres recommandées avec accusés de réception) n'est pas efficace dans le contexte des pays de la CIMA. C'est ce qui explique le nombre de retours de courriers non parvenus important. Une solution adéquate serait la prise en compte des canaux de communication modernes par la réglementation (téléphone portable et adresse mail).

(d) Contraintes réglementaires liées au réseau de distribution, réglementation des intermédiaires d'assurance

Le livre V du code CIMA impose un ensemble de conditions que doit remplir le réseau de distribution de produits d'assurance et régleme leurs actions : *l'article 501* précise les caractéristiques des personnes habilitées à présenter les opérations d'assurance, *l'article 506* donne les conditions d'honorabilité pour être Courtier ou Agent général et *l'article 508* liste les conditions de capacité. Conformément à ces obligations, toute société d'assurance doit vérifier le respect de ces différentes conditions par ses intermédiaires sous peine de sanctions prévues à *l'article 545*.

L'immatérialité et le caractère de contrat d'adhésion du produit d'assurance sont entre autres caractéristiques qui aboutissent à exposer les assurés et bénéficiaires de contrat d'assurance et de capitalisation à des risques d'escroquerie et de tromperie très élevés. C'est pour limiter quelque peu ces risques que le législateur impose des restrictions au niveau du réseau de distribution des produits d'assurance. Néanmoins, ces risques de tromperie et d'escroquerie subsistent toujours, et seul le contrôle des sociétés d'assurance elles-même pourra les contraindre à un niveau très faible.

(e) Contrats à capital variable

L'article 56 du code CIMA, fixe les contraintes en matière de capital assuré en assurance vie. Au 1er alinéa, il est précisé que les sommes assurées doivent être fixées au contrat. Par-

là, le législateur fait comprendre que les assurances vie ne sont pas soumises au principe indemnitaire.

Au 2^{ème} alinéa, est évoquée la possibilité de souscrire des contrats à capital variable. Dans ces contrats, le capital ou la rente garanti peut être exprimé en unités de compte constituées de valeurs mobilières ou d'actifs figurant sur une liste dressée par le Conseil des Ministres chargés des assurances dans les Etats membres de la CIMA. Dans ces cas, le 3^{ème} alinéa, souligne que le contractant ou le bénéficiaire a la faculté d'opter entre le règlement en espèces et la remise des titres ou de parts. Mais, lorsque les unités de compte sont constituées par des titres ou des parts non négociables, le règlement ne peut être effectué qu'en espèces.

Au dernier alinéa de cet article, le législateur précise que la contrevaletur en espèces des sommes versées par l'assureur lors de la réalisation du risque ne peut toutefois pas être inférieure à celle du capital ou de la rente garanti, calculé sur la base de la valeur de l'unité de compte à la date de prise d'effet du contrat ou, s'il y a lieu, de son dernier avenant.

Notons que dans les contrats d'assurance à capital variable de toutes sortes (à capital variable mobilier ou immobilier) la prime peut être d'un montant fixe ou variable, mais la garantie est toujours variable.

La réglementation CIMA innove avec cette possibilité de souscrire des contrats à capital variable. Toujours dans l'optique de protection des assurés, ces contrats permettent de protéger ces derniers contre le risque d'inflation. Car pour des contrats établis sur de longues échéances, les projets de l'assuré peuvent se trouver compromis du fait de l'insuffisance des capitaux à terme sous l'effet de l'inflation. Toutefois, ceci exige l'existence de véhicules sûrs, c'est-à-dire des SICAV et de sociétés civiles immobilières fiables, mais aussi un niveau de technicité, tant humain qu'en équipements informatiques requis au niveau des sociétés.

1.1.3 Règles prudentielles techniques

L'essentiel des règles prudentielles imposées par le code CIMA sont des contraintes financières. Les contraintes prudentielles techniques s'énoncent en termes d'évaluation et justification des engagements réglementées, et la tarification juste et équitable conformément à son *article 338*.

(a) Engagements réglementés et provisions techniques :

Les engagements réglementés définis à l'*article 334* du code CIMA sont composés:

❖ **des provisions techniques** qui constituent l'essentiel des engagements réglementés. Celles-ci diffèrent selon l'activité vie ou non-vie⁴ et sont inscrites à l'état C4 brutes de réassurance et de prévisions de recours.

❖ **des dettes privilégiées**: ensemble des passifs disposant d'un privilège égal ou supérieur à celui des provisions techniques en cas de liquidation: Etat et organismes de sécurité sociale, personnel, assurés.

❖ **d'autres passifs** : dépôts de garantie et provision de prévoyance.

Le code CIMA oblige les sociétés d'assurance à justifier l'évaluation de leurs engagements réglementés à toute époque. Les provisions techniques vie sont constituées de la provision mathématique, de la provision pour participation aux excédents, plus deux nouvelles provisions techniques vie introduites par *l'Art. 334-2⁵ (nouveau)* que sont la *provision pour risques d'exigibilité des engagements techniques* et la *provision de gestion*.

La première est une provision pour dépréciation globale déterminée selon une approche liquidative dans une perspective de session immédiate. Elle constitue avec la dotation de provision par actif prescrite à *l'article 410 nouveau* (qui est une provision ligne par ligne s'inscrivant dans une approche de continuité d'exploitation), le dispositif prudentiel de gestion du risque de dépréciation des actifs financiers arrêté par le code CIMA.

La provision de gestion est dotée pour couvrir les charges futures de gestion non couvertes par des chargements sur primes prévues. Son montant se calcule à partir d'un compte prévisionnel des dépassements de charges futures établies par catégorie de contrat selon des règles détaillées. Ainsi, pour chaque catégorie de contrat (ensemble homogène de contrat), le montant de la provision est égal à la valeur actuelle des dépassements de charges de gestion futures sur la durée restante à courir des contrats.

1.2 Contraintes de gestion technique et commerciale inhérentes à la gestion des risques encourus.

Les contraintes de gestion inhérentes aux risques se conçoivent en termes de stratégies ou de règles de gestion qu'une entité s'impose en vue de se prémunir contre la réalisation du risque. Ce mémoire n'aborde pas les stratégies de gestion des différents risques TFC (constitutives de contraintes de gestion) qui pourraient faire l'objet de tout un livre. Nous y présentons les risques TFC selon la classification retenue et précisons le cas échéant pour certains risques, le dispositif prudentiel de gestion prévu par le code CIMA.

⁴Art. 334-2 en vie et Art. 334-8 en non vie du code CIMA.

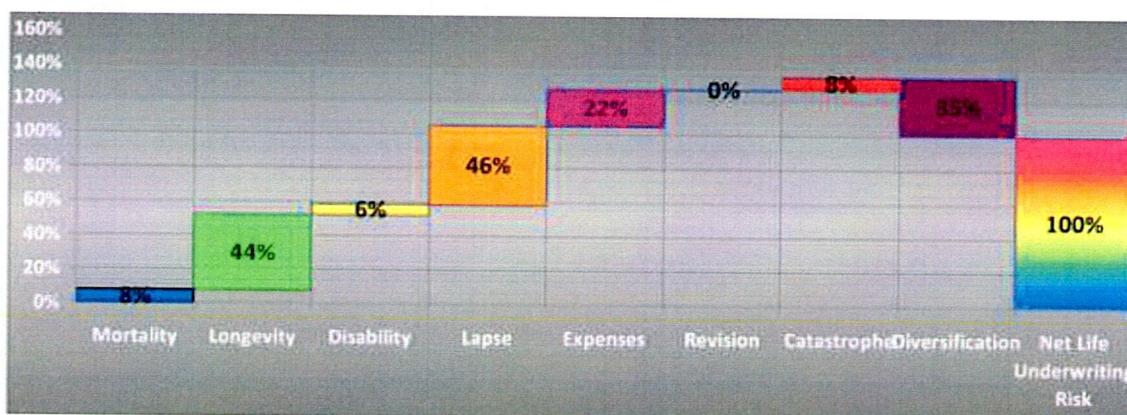
⁵ Règlement N°001/CIMA/PCMA/CE/2016 modifiant et complétant le régime financier et les règles comptables applicables aux organismes d'assurance.

Plusieurs classifications des risques inhérents à la gestion d'une société d'assurance-vie sont proposées par divers organismes. La classification présentée dans ce mémoire est celle retenue dans le document de synthèse produit par l'Institut des Actuaire et rédigé par le Groupe de travail ORSA⁶ de la Commission Solvabilité² en Mars 2014 (*voir ANNEXE 1A*). Dans celle-ci, les principaux risques présents dans la gestion d'une société d'assurance vie sont regroupés en cinq (05) grandes familles de risques dont les *risques techniques vie* et les *risques financiers*, subdivisée chacune en catégories et sous catégories de risques. Dans cette classification, les risques commerciaux ne constituent pas une famille, elles sont des catégories et sous catégories de la famille de *risques stratégiques* et de la famille de *risques opérationnels*.

1.2.1 Les risques techniques vie

Les risques techniques vie sont constitués des *risques de provisionnement*, des *risques de souscription* et des *risques catastrophes*. Le rapport de la 5^{ème} Etude d'impact quantitative sur solvabilité 2 de l'EIOPA⁷ présente à travers la *Figure 1* ci-dessous, les risques techniques vie majeurs dans une société d'assurance vie. Il s'agit du *risque de dépenses*, du *risque de diversification*, du *risque de longévité* et du *risque de chute des contrats*.

Figure 1: Les principaux risques techniques vie



Sources : E.I.O.P.A report on the fifth quantitative impact study (QIS5) for solvency 2, mars 2011, page 78

(a) Le **risque de comportement** (incluant le **risque de chute ou de déchéance des contrats**), encore appelé *risque d'options*, résulte de choix laissés aux assurés. C'est le risque de perte ou de changement défavorable de la valeur des engagements lié à des changements dans les taux d'exercice des options éventuelles prévues contractuellement ou réglementairement (le rachat, la réduction ou la résiliation du contrat).

Le législateur CIMA, en imposant des conditions de constitution de la valeur de rachat ou de réduction, ou la pénalité sur rachat avant le 10^{ème} anniversaire, a pour ambition de limiter

⁶ Own Risk and Solvency Assessment ou Evaluation interne des risques et de la solvabilité.

⁷ E.I.O.P.A report on the fifth quantitative impact study (QIS5) for Solvency 2

ce risque. Il reste à s'interroger sur la suffisance de ces mesures. La faiblesse des taux de rachat (tant en nombre, qu'en montant de rachat) dans la zone CIMA semble y répondre favorablement. Dans la suite de ce mémoire, nous nous intéresserons aux risques de chute des contrats que sont les risques de rachat partiel.

(b) Le **Risque de longévité** : c'est un risque de long terme, qui correspond au risque financier associé au fait que les assurés (en particulier pour les produits de rente viagère) vivent en moyenne significativement plus longtemps qu'anticipé. Il provient de l'incertitude dans les paramètres de mortalité résultant d'une mauvaise estimation et/ou d'un changement dans le niveau, la tendance et la volatilité des taux de mortalité.

En zone CIMA, l'adoption et l'imposition de tables de mortalité règlementaires ne permet pas de couvrir les sociétés d'assurance vie de la zone, contre le risque de longévité. En effet le risque de longévité subsiste malgré le fait que les tables de mortalité CIMA-H et CIMA-F (adoptées en 2011) sont jugées suffisamment prudentes que les tables précédentes,⁸ car les améliorations continues des niveaux de vie dans les différents pays de la CIMA devraient avoir un impact à moyen terme sur la longévité des populations en général et de la population assurée en particulier. Conséquence, la tarification des contrats exposés aux risques de longévité doit prendre cela en compte à travers des chargements de sécurité adaptés à chaque marché.

(c) Le **risque de diversification** : Il s'agit du risque associé à l'insuffisance en termes de taille et de concentration du portefeuille des assureurs vie dans un nombre réduit de garanties, et en termes de caractéristiques des souscripteurs. En effet les portefeuilles d'assurance doivent être non seulement de grande taille (afin de faire jouer le principe de mutualisation par la loi des grands nombres) mais bien diversifiés sur le plan de l'âge, du genre, du statut fumeur/non-fumeur, de la catégorie socio-économique, du niveau de couverture d'assurance, du type de couverture et de la localisation géographique.

(d) Le **risque de dépense** ou **risque associé aux frais** est le risque de perte, ou d'augmentation de la valeur des engagements d'assurance, lié à une évolution défavorable à la hausse des coûts de gestion des contrats.

En plus de couvrir le risque garanti, l'assureur doit faire face à des charges de fonctionnement pour la gestion des contrats jusqu'à leur terme. En général, les chargements indiqués au contrat sont fixés à partir des prévisions de charges faites en amont de la souscription. Il est donc possible qu'un décalage existe entre les prévisions et les charges

⁸ Voir le rapport de la table ronde CIMA-FANAF sur les tables de mortalité en 2011.

réellement supportées par l'assureur, induisant une insuffisance des chargements. Les sociétés sont donc exposées aux risques d'évolution des dépenses découlant essentiellement des frais de personnel, des frais de commission aux intermédiaires de vente (sur la base des conditions contractuelles), du coût de l'infrastructure informatique, du coût du terrain et des bâtiments occupés. Elles sont aussi exposées à des évolutions inflationnistes de leurs dépenses au niveau de l'environnement macroéconomique mais que l'on peut particulièrement négliger dans la zone CIMA où l'inflation est globalement maîtrisée.

1.2.2 Les risques commerciaux

Les risques commerciaux sont constitués des *risques clients et pratiques commerciales*, des et des *risques contreparties commerciales/activités externalisées*.

(a) Risques clients et pratiques commerciales :

Les risques clients et pratiques commerciales, notamment en assurance vie, se répartissent comme suit :

❖ **Risques de conformité, de diffusion d'information ou de communication sociétaire** : Ce sont les risques de sanction judiciaire, administrative ou disciplinaire, d'atteinte à la réputation et de perte financière engendrés par le non-respect de dispositions légales, réglementaires, de normes professionnelles ou déontologiques dans le cadre de la commercialisation des produits d'assurance vie.

La conformité de diffusion d'information ou de communication sociétaire, fait l'objet de contrôle dans certaines réglementations, notamment en France. Les communications à caractère publicitaire relatives aux contrats d'assurance vie ou de capitalisation doivent y présenter un contenu exact, clair et non trompeur, et doivent être clairement identifiées comme telles. Dans la zone CIMA, cela n'est pas encore d'actualité. Ainsi les clients peuvent, au travers des communications à caractère publicitaire, être incités à souscrire des contrats, réaliser de nouveaux versements sur leurs contrats ou investir sur des unités de compte sans avoir perçu leur nature exacte, ni les éventuels risques y afférant.

❖ **Risques de pratiques commerciales ou de places inappropriées** : La notion de "*pratiques commerciales*" est plus large que la notion de publicité et se définit comme : *«toute action, omission, conduite, démarche ou communication commerciale, y compris la publicité et le marketing, de la part d'un professionnel, en relation directe avec la promotion, la vente ou la fourniture d'un produit au consommateur»*.

Ce risque est lié à la mise en œuvre d'une stratégie commerciale inadaptée par rapport à la nature des produits vendus, à la qualité de la cible et à l'inadéquation des moyens mis en œuvre pour la commercialisation. La conséquence de ce risque est la réalisation de chiffre

d'affaires insuffisant par rapport aux prévisions budgétaires ou au pire la réalisation d'un chiffre d'affaires en dessous du point mort, mais aussi la souscription d'un portefeuille de mauvaise qualité, aggravation du risque d'anti sélection. Ce risque est principalement tributaire de la qualité des commerciaux et de l'organisation du réseau commercial.

(b) **Risques contreparties commerciales / activités externalisées** : Ce sont les risques liés à la qualité des clients et des partenaires de la société d'assurance, notamment les banques et autres institutions financières.

Au niveau clientèle, il se matérialise par le défaut ou l'arrêt des paiements de primes par le souscripteur. Ceci a pour conséquence d'introduire des distorsions dans les prévisions de flux d'encaissements de primes et impacte la gestion de la mutualité dans le cas des produits gérés par répartition. Au niveau partenaire, ce risque se traduit par la défaillance ou le retard dans le versement des primes encaissées par le partenaire pour le compte de l'assureur. Il est aussi lié à la fragilité des relations commerciales entre les deux acteurs. Notons que la banque est un partenaire de plus en plus important dans la stratégie commerciale des assureurs. La grande majorité des encaissements de primes se fait par le canal des banques.

Section 2 : Contraintes de gestion financières

Elles s'analysent en contraintes de gestion dues aux règles prudentielles du code CIMA et en termes de stratégies de gestion des risques financiers encourus.

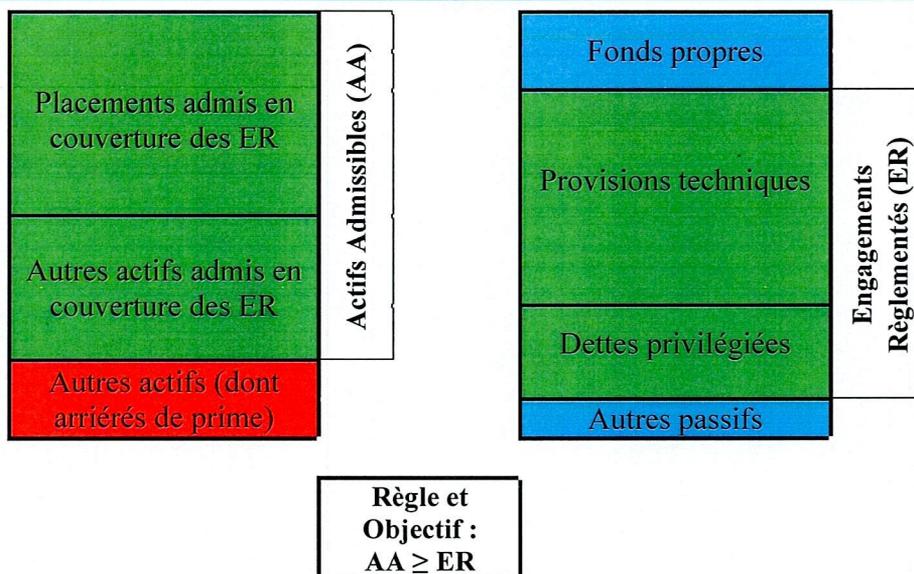
2.1 Contraintes de gestion financières dues aux Règles prudentielles imposées par la réglementation CIMA

Deux des trois piliers de la solvabilité des sociétés d'assurance sont des contraintes de gestion financières. Il s'agit de la qualité des placements et de la marge de solvabilité suffisante.

2.1.1 Réglementation des placements et autres éléments d'actifs :

(a) Principe de couverture des engagements réglementés :

La couverture des engagements réglementés (ER) est une règle fondamentale qui structure le bilan des sociétés d'assurance comme ci-dessous :



Selon l'article 335, « les engagements réglementés tels que définis à l'article 334 doivent, à toute époque, être représentés par des actifs équivalents, placés et localisés sur le territoire de l'Etat membre sur lequel les risques ont été souscrits ». Le simple équilibre comptable en cas de fonds propres positifs ne permet pas forcément le respect de cette contrainte: **seuls certains actifs sont admis** et ils **doivent être suffisamment dispersés**.

(b) Principes de Congruence actif/passif et de localisation

Aux termes de l'Art. 335 du code CIMA, il y a une obligation de congruence actif/passif et une obligation de localisation des actifs admis. Cette règle vise à limiter l'exposition des sociétés d'assurance au risque de change en leur imposant de détenir des actifs libellés dans la même monnaie que celle des engagements pris envers les assurés.

L'obligation de localisation des placements signifie que les placements admis en couverture doivent être localisés sur le territoire de l'Etat membre sur lequel les risques ont été souscrits. L'objectif visé est de faire en sorte que la mobilisation des primes d'assurance serve d'abord à l'essor économique des pays de la CIMA. Toutefois, à l'alinéa 2, dans une quotité maximale de 50%, les actifs admis en représentation des ER peuvent être des actifs placés et localisés dans d'autres Etats membres de la CIMA.

(c) Actifs / Placements admis en représentation

Trois exigences fondent l'admissibilité des placements: **Sûreté**, **Liquidité** et **Rentabilité**. Une liste limitative, accompagnée de règles de limitation strictes, des placements admis en représentation des engagements réglementés est donnée à l'Art. 335-1 du code CIMA. Les limitations par catégorie sont présentées dans le *Tableau 1* ci-dessous.

Tableau 1: Limitation par catégorie des placements

Actifs / Placements	Minimum en % des E.R.	Maximum en % des E.R.
Obligations et autres valeurs d'Etat	15%	50%
Obligations des organismes internationaux		
Obligations des institutions financières		
Autres obligations		40%
Actions cotées		
Actions des entreprises d'assurance		
Actions et obligations des sociétés commerciales		
Actions des sociétés d'investissement		
Droits réels immobiliers		40%
Prêts garantis		20%
Prêts hypothécaires		10%
Autres prêts		
Dépôts en banque	10%	35%

Des actifs autres que les placements peuvent être admis en couverture des engagements réglementés. Ceux-ci sont les conséquences des rapports de l'assureur avec ses assurés, ses intermédiaires, les autres entreprises (réassureurs, cédants, Co-assureurs, etc.), les divers organismes et les tiers (recours à encaisser par exemple). Ces rapports se traduisant au bilan par des créances ou des dettes, dont le code CIMA a effectué un choix déterminé soit par la qualité du débiteur, soit par les garanties qu'il a apportées, soit en considération d'une subordination de la créance à un passif réglementé. Pour les sociétés d'assurance vie, les actifs techniques admissibles sont les avances sur contrats et les arriérés de primes de moins de trois (03) mois d'âge, limités respectivement à 30% et 5% de la provision mathématique. Dans le cadre des avances sur contrat, les traites échues non remboursées ne sont pas prises en compte pour la représentation des ER.

(d) Règle de dispersion

Les règles de dispersion imposées par l'Art.335-4 du code CIMA sont des règles de dispersion par émetteur. Il est stipulé que la valeur au bilan des actifs rapportée au montant total des engagements réglementés ne peut excéder, sauf dérogation, les limites suivantes :

- ❖ 5% pour l'ensemble des valeurs émises, prêts obtenus ou garantis par un même organisme, à l'exception des Etats membres de la CIMA et avec une dérogation jusqu'à 10 % dans la limite de 40 % pour l'ensemble des titres soumis à dérogation.
- ❖ 15% pour un même immeuble ou pour les parts ou actions d'une même société immobilière ou foncière.
- ❖ 2% pour les actions et obligations de sociétés dans un État membre de la CIMA.

- ❖ Pas plus de 50% des actions émises par une même société.

(e) Evaluation des placements

Les règles d'évaluation de la valeur de couverture des placements sont édictées par les *articles 335-11 et 335-12* du code CIMA. Les actifs sont classés de ce point de vue en deux catégories : d'une part les valeurs mobilières amortissables et d'autre part les autres actifs admis en représentation prévus à *l'article 335-12 (nouveau)*⁹.

❖ Valeurs mobilières amortissables (Article 335-11)

Pour ce type d'actif, la valeur de remboursement est considérée comme une valeur garantie; de ce fait, contrairement aux règles habituelles de prudence comptable, toute la moins-value potentielle par rapport au marché n'est pas forcément constatée. L'hypothèse sous-jacente est que la compagnie peut, en principe, attendre le remboursement du titre. Il s'avère que ce n'est malheureusement pas toujours le cas, notamment dans le cas de rachat massif par la clientèle.

La règle d'évaluation imposée par le code CIMA est une règle prudente qui fait l'hypothèse d'une évaluation en situation de liquidation de la société.

On a donc $VC = \text{Min}(VA, VR, VV)$ avec **VA** : valeur d'acquisition, **VR** : valeur de remboursement, **VV**: valeur vénale ou valeur de réalisation, **VC** : valeur de couverture.

❖ Autres actifs (article 335-12 nouveau)

Les autres actifs sont inscrits au bilan et admis en représentation des engagements réglementés, sur la base du prix d'achat ou de revient, diminué des amortissements éventuels (pour les immeubles le taux annuel d'amortissement est de 2%).

Dans tous les cas, sont déduits, s'il y a lieu, les remboursements effectués et les provisions pour dépréciation. Ces dernières ne sont constatées que lorsqu'il y a lieu de considérer qu'elles ont un caractère significatif et durable suivant les règles définies à l'article 410 du code CIMA. Cette provision, passée titre par titre et correspondant à la moins-value, est la différence entre la valeur d'achat et la valeur de réalisation. Cette contrainte d'évaluation participe de la démarche prudente du législateur. Toutefois, la notion de caractère significatif et durable des dépréciations n'est pas précisée et cela laisse libre court à des spéculations qui peuvent s'avérer catastrophiques pour la société.

Le point 2°) de *l'article 335-12 nouveau*, impose ensuite une autre évaluation aux fins d'effectuer les calculs de la provision pour risque d'exigibilité des engagements techniques prévue à *l'article 334-14 nouveau*. Cette provision a pour objectif de compenser

⁹ Règlement N°001/CIMA/PCMA/CE/2016 modifiant et complétant le régime financier et les règles comptables applicables aux organismes d'assurance.

globalement la dépréciation conjoncturelle de la valeur de marché des actifs inscrits au bilan pour leur valeur d'acquisition.

2.1.2 Règlementation des revenus des placements

L'imposition d'un taux technique plafond à *l'article 308* a une conséquence en matière de gestion financière. Cette conséquence est à rechercher au niveau du choix des instruments de placement, donc en termes de contraintes de gestion financières. En effet, les sociétés doivent s'assurer que le revenu net de leurs placements reste au moins égal à celui des intérêts dont sont crédités les provisions mathématiques : c'est la rémunération minimum garantie. A cet effet, *l'article 336-6* sanctionne l'insuffisance du revenu total des placements par rapport au montant total des intérêts dont doivent être créditées les provisions mathématiques. La sanction consiste en une majoration portée au passif du bilan sous la rubrique des provisions mathématiques, d'un montant au moins égal à dix (10) fois l'insuffisance actuelle des revenus et diminué le cas échéant de la plus-value accusée par les placements à la date retenue pour le calcul des revenus, estimé selon les règles de *l'article 335-12*.

2.1.3 Délais de paiement des prestations (Article 74)

Le développement de l'assurance vie dépend de la confiance qu'elle inspirera à la population cible. Cette confiance viendra certainement de la qualité des prestations des acteurs. Le code CIMA en imposant un délai de paiement des prestations veut amener les acteurs à la recherche de la qualité dans leurs prestations. En substance, lorsque les pièces qui devraient être impérativement prévues au contrat, ont été transmises à l'assureur. Celui-ci dispose, à compter de la réception de ces pièces, d'un délai de quinze (15) jours pour procéder au versement des capitaux échus, et d'un délai d'un (1) mois pour le paiement du capital garanti en cas de décès. Cette obligation est assortie d'une sanction, le paiement d'intérêt sur les sommes dues en cas de retard.

2.1.4 Règlementation de la Solvabilité des sociétés d'assurance vie

L'article 337 du code CIMA énonce le principe de la solvabilité des sociétés d'assurance relativement à l'ensemble de leurs activités, *l'article 337-1* en donne les éléments constitutifs de la marge de solvabilité et *l'article 337-3 (nouveau)* en fixe les modalités de calcul du montant minimum de la marge de solvabilité des sociétés d'assurance vie.

Le montant de la marge de solvabilité est soumis à des seuils minimaux. Le calcul de ces seuils est différent selon qu'on soit en assurance vie ou non vie. En assurance vie, *l'article 337-3 nouveau* du code CIMA arrête le montant minimal selon le calcul suivant :

$$\text{Montant minimal réglementaire} = 5\% \times (\text{Provision Mathématique} + \text{Provision de gestion}) \times \text{Max} \left(85\%, \frac{\text{Provision Mathématique nette de cession en réassurance}}{\text{Provision Mathématique brute de cession en réassurance}} \right)$$

A ce minimum doit être ajouté le montant correspondant aux assurances complémentaires calculé selon la méthode définie à l'*article 337-2* pour les branches non vie.

Cette marge minimale peut permettre d'absorber un incident de parcours "raisonnable", mais reste modique face à un phénomène structurel ou d'ampleur exceptionnelle.

2.2 Contraintes de gestion financières inhérentes à la gestion des risques encourus

Dans la gestion des actifs qu'une société vie détient en couverture de ses engagements, elle encourt des risques financiers. La famille des risques financiers est composée de trois catégories de risques majeurs pour les sociétés d'assurance vie.

2.2.1 Le risque de marché

Il inclut tous les risques causés ou dus à des événements survenant sur les marchés où l'assureur investit. Il s'agit :

a) Des *risques de taux d'intérêt* : Ce sont les risques liés aux variations des taux d'intérêt obligataires. Il en existe deux types : *le risque de baisse des taux (ou de réinvestissement)* et *le risque de hausse des taux (ou risque d'exigibilité ou de liquidation)*.

❖ Le *risque de réinvestissement* est le risque que le taux de rendement auquel se feront les investissements futurs soit inférieur aux taux garantis au titre des contrats d'assurance. En cas de baisse des taux d'intérêt, le rendement du portefeuille d'actif va diminuer. Cette diminution sera d'autant plus rapide que l'actif est plus « court » que le passif. En effet, lorsque les obligations détenues par l'entreprise arrivent à échéance, l'entreprise doit réinvestir le nominal remboursé. Si les taux ont baissé, le nouveau placement se fera à un taux inférieur au précédent. Le risque est donc que les placements ne suffisent pas à couvrir les engagements pris au passif.

❖ Le *risque de liquidation* est le risque d'avoir à céder des obligations avant leur remboursement, alors que ces obligations sont en moins-value par rapport à leur prix d'achat. Il résulte d'un actif trop « long » par rapport au passif et amplifié par la possibilité de rachat. Si les taux augmentent, les obligations achetées antérieurement se retrouvent en moins-values latentes. Si le contrat arrive à échéance avant le remboursement des obligations ou si l'assuré décide de racheter son contrat pour pouvoir bénéficier de cette hausse des taux, l'entreprise va réaliser ces moins-values.

b) Du *risque sur action* : c'est le risque de subir des pertes causées par les oscillations des valeurs de marché des actions et des indices boursiers. En effet, les actions apportent un

rendement élevé à long terme et une forme de protection contre l'inflation. Mais en contrepartie, elles sont affectées d'une forte volatilité et présentent donc des risques comptables importants (dotation à la provision pour risque d'exigibilité par exemple).

c) Du **risque de change** : il correspond au risque de subir des pertes dues aux oscillations des taux de change reliant deux monnaies. Dans la zone CIMA, ce risque est quasi inexistant en raison de l'obligation de localisation des risques et de la congruence des placements et des engagements.

d) Du **risque sur actifs immobiliers** : il fait référence à la sensibilité du bilan de l'entreprise d'assurance au niveau ou à la volatilité de la valeur de marché des actifs immobiliers.

e) Du **risque de concentration** : c'est le risque supplémentaire supporté par l'entreprise d'assurance du fait d'un manque de diversification de son portefeuille d'actifs. Ce manque de diversification est dû au fait qu'une part importante de l'actif soit portée par un seul émetteur. Le code CIMA limite ce risque au travers des règles précises de diversification et de dispersion (voir supra).

2.2.2 Le risque de liquidité

Il représente le risque de subir des pertes en raison de l'insuffisance d'actifs liquides disponibles pour faire face aux engagements à régler. Il se compose :

(a) Du **risque de valeur de vente** qui provient d'un besoin inattendu de liquidité (par exemple pour faire face à un nombre élevé de rachat) dans des conditions de marché où les valeurs réalisées des investissements sont basses ;

(b) Du **risque de marché de capitaux** qui est lié à la difficulté pour la société d'obtenir des sources externes de liquidité.

Le contrôle des risques de liquidité doit se réaliser à divers niveaux, en particulier :

- la gestion de la liquidité sur base quotidienne qui constitue un devoir de la trésorerie d'une société d'assurance ;
- la gestion des flux de caisse qui entraîne le suivi des besoins de liquidité sur des horizons temporels de court et moyen termes ;
- le contrôle d'un possible risque catastrophique de liquidité qui doit s'effectuer surtout au moment de la conception des produits, et en fonction notamment des conditions contractuelles entourant le rachat.

2.2.3 Le risque de crédit (ou risque de contrepartie ou de défaut)

Il est défini comme le risque de perte lié à la défaillance inattendue ou à la détérioration de la qualité de crédit (modification de la notation) des contreparties entraînant une incapacité à s'acquitter des obligations de paiement envers la société d'assurance créditrice.

Pour les sociétés d'assurance qui ont recourt à la cession de risques au moyen de traités de réassurance, ce risque correspond aussi à l'insolvabilité de ses réassureurs. On peut affirmer qu'avec l'instauration du contrôle de la solvabilité des réassureurs, ce risque sera plus surveillé pour les entreprises de réassurance exerçant dans l'espace CIMA.

Section 3 : Problématique de la conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale en assurance vie

Les contraintes de gestion des sociétés d'assurance vie ainsi présentées découlent de la spécificité des produits d'assurance (des promesses). Ces produits sont définis par un faisceau de règles aussi bien liées aux techniques d'assurance, qu'au contexte réglementaire, ou encore à l'environnement commercial et financier.

Sur le plan technique, les contraintes de gestion suivent deux principes de base que sont la tarification juste, équitable et l'évaluation exacte des engagements de la compagnie à tout instant. Ces contraintes de gestion visent à permettre à la compagnie d'être techniquement rentable et en assurer sa survie à long terme. La réglementation des assurances à travers l'imposition de taux technique plafond, de tables de mortalité, de règles d'évaluation des engagements et de la constitution de provisions techniques, pose les jalons dans lesquels les sociétés doivent techniquement être conduites.

Sur le plan financier, les contraintes de gestion visent à permettre à la compagnie d'effectuer en représentation des engagements techniques, des placements de qualité. Par qualité des placements, il faut comprendre que la société doit disposer d'un montant suffisant d'actifs sûrs (pas de risque de dégradation), liquides (faciles à vendre en cas de nécessité), rentables et congruents (exprimés dans la même devise que les engagements).

Au niveau commercial, l'atteinte du chiffre d'affaire objectif ou tout au moins la réalisation d'un chiffre d'affaire au-dessus du point mort et le souci de la qualité du portefeuille sont à l'origine des contraintes de gestion commerciales qu'une société peut s'imposer. Au contraire, les contraintes réglementaires concernant le réseau de distribution des produits d'assurance, visent plutôt la protection des assurés et bénéficiaires de contrat, mais aussi des assureurs contre certaines dérives des intermédiaires (détournements, fraudes, escroqueries, etc.).

A l'analyse des deux (02) premiers niveaux de contraintes de gestion, on constate que les contraintes de gestion au niveau technique ont des conséquences sur la gestion financière car c'est en représentation des engagements techniques que les placements doivent être effectués. Ensuite, que la notion de qualité de placement au sens du code CIMA déroge aux

règles élémentaires en matière de finance. En effet, les placements liquides (donc de court terme ou facile à vendre) sont peu rentables et la rentabilité d'un placement est proportionnelle au niveau de risque caractérisant le placement (car le rendement est assimilable au coût du risque). A terme, une mauvaise évaluation des engagements techniques peut entraîner des placements inadéquats et insuffisants. Mais encore, la recherche de placements liquides et sûrs entraîne un sacrifice de la rentabilité.

Le 3^{ème} niveau de contraintes de gestion est crucial en assurance vie car l'assurance vie ne s'achète pas, mais se vend. Au niveau commercial, la concurrence par les prix exclue en assurance vie n'est qu'illusion sur le marché burkinabé. Outre ce fait, le commercial pour atteindre ses objectifs doit présenter des produits attractifs non seulement parce que répondant aux besoins de la population cible, mais aussi en raison des options réelles accordées aux contractants. Dans cette dernière optique, on a la possibilité de rachat de la provision mathématique des contrats et l'obligation de participation des assurés aux résultats bénéficiaires accordées par la réglementation, mais aussi d'autres options à but commercial qu'une société peut donner. Ces différentes options ont des conséquences en terme financier et technique. Par exemple, l'exigence de liquidité des placements se trouve renforcée en vue de faire face à un surcroît de rachat.

En conclusion, on remarque que les trois niveaux de contraintes de gestion ont des répercussions les uns sur les autres. Des conséquences souvent en sens opposés dans chaque niveau et entre ces différents niveaux. Par ailleurs, chaque niveau a des objectifs et principes directeurs, sources de ses contraintes de gestion, spécifiques et de nature différente.

La spécificité des objectifs et des principes des principales chaînes de valeurs, conduit à une mise en œuvre cloisonnée des différentes contraintes de gestion, sans communication et coordination des actions. C'est pour répondre à cette problématique de gestion cloisonnée et pour se diriger vers une vision plus globale, intégrée et consolidée des différentes contraintes de gestion technique, financière et commerciale que la notion de Gestion Actif Passif a été trouvée.

CHAPITRE II : TECHNIQUES DE CONCILIATION DES CONTRAINTES DE GESTION EN ASSURANCE VIE.

Ce chapitre traite des techniques / outils de gestion actif-passif comme étant la principale méthode de conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale en assurance vie.

En effet, le contexte de base dans lequel la nécessité de la conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale se manifeste, est caractérisé par les deux aspects du processus d'assurance : Conception technique et commercialisation des contrats (gestionnaire du passif) et Acquisition et gestion des placements (Gestionnaire d'actif). Cependant, la gestion Actif-Passif désigne un mode de gestion visant à coordonner les décisions relatives à l'actif et au passif ; il s'agit d'un processus continu, impliquant la formulation, la mise en œuvre, le contrôle et la révision de stratégies se rapportant à l'actif et au passif dans le but d'atteindre les objectifs financiers, compte tenu d'une certaine tolérance au risque et de certaines contraintes. Ainsi, l'analyse actif-passif est d'abord un outil de pilotage aidant aux politiques financière, technique et commerciale : elle aide à la prise de décision et au contrôle des risques, en matière de stratégie et parfois de tactique.

Dans la suite, nous présentons les techniques/Outils de gestion actif passif applicables en assurance vie (*section 1*) et la démarche applicable pour la mise en place d'une fonction GAP dans une société d'assurance vie (*section 2*).

Section 1 : Techniques / Outils de gestion actif passif en assurance vie

Les outils de la gestion actif-passif en assurance vie sont spécifiques à cette activité et différent des outils bancaires quand bien même ils en sont fortement inspirés. Ils sont pour l'essentiel, classés en trois générations¹⁰ de complexité croissante.

1.1 Outils de 1^{ère} génération : Analyse des flux de trésorerie

1.1.1 Objet et principes :

Les techniques d'analyse des flux de trésorerie constituent les outils de 1^{ère} génération de la Gestion Actif Passif. Ils ont pour base la projection et la comparaison des flux financiers générés par les actifs financiers d'une part et par les engagements d'assurance d'autre part.

¹⁰ Gestion actif passif en assurance vie : réglementation, outils et méthodes, (2003), Franck LE VALLOIS et al. Economica.

Ainsi, la comparaison directe de ces flux sous forme de séries annuelles ou mensuelles fait apparaître des excédents ou des insuffisances de trésorerie (impasses de trésorerie).

Mais au-delà de la comparaison des cash flows issus de l'actif et du passif, l'analyse des flux permet de calculer séparément la valeur actuelle de chacune des séries et de comparer ces valeurs (méthode de la valeur actuelle nette). Aussi, cette analyse conduit à l'examen de la sensibilité de ces deux valeurs par rapport à l'évolution des taux dans le but de tirer des conclusions sur les risques de taux encourus par l'assureur.

Dans les outils de 1^{ère} génération, les projections sont généralement effectuées sur une base statique. L'approche statique consiste à effectuer les projections de cash flows à partir des stocks d'actifs et de passifs arrêtés à une certaine date, sans prendre en compte aucune opération créant ultérieurement de nouveaux passifs. Cette approche est en effet très simple parce qu'elle dispense d'effectuer des hypothèses sur l'activité future. Le fait de limiter la recherche de l'adéquation actif-passif aux seuls stocks existants, peut être sans inconvénient à condition toutefois de veiller à maintenir cette adéquation pour les futurs contrats.

1.1.2 Techniques de mise œuvre :

La mise œuvre de cet outil passe par différentes étapes :

(a) *Les Projections des flux d'actif* qui consistent à additionner par période, pour l'ensemble du portefeuille financier, les éléments de revenus futurs (intérêts, loyers, dividendes, coupons) et les éléments d'amortissement des obligations (remboursements à terme). Pour ce faire, il est nécessaire de poser certaines hypothèses simples en particulier pour les actifs à revenu variable et indexé.

(b) *Les projections des flux de passif* sont tributaires des caractéristiques des contrats et des comportements des clients (renoncements, rachats, transformations diverses, etc.). Les caractéristiques des contrats (capitaux et taux garantis, date d'échéance, ...) sont très bien connues de l'assureur, mais les comportements des clients ne peuvent que faire l'objet d'études statistiques et actuarielles.

(c) *La mesure des impasses et excédents de trésorerie* consiste à comparer entre eux, et période par période, les flux projetés de l'actif et du passif. Elle permet de contrôler l'adéquation entre actif et passif, en termes de cash-flows mensuels ou annuels. En approche statique, les flux financiers de l'actif sont toujours positifs (cash inflows) et les flux du passif toujours négatifs (cash outflows). La somme des deux donne les flux financiers nets, et fait apparaître pour chaque période un excédent ou une impasse de trésorerie selon le signe positif ou négatif du flux net. C'est en fonction de ces informations, que l'assureur peut

procéder à des ajustements de son portefeuille financier ou mettre en œuvre une couverture financière appropriée des risques liés au réinvestissement ou à la liquidation des actifs.

L'analyse des impasses et excédents de trésorerie, peut être conduite par catégorie de passif. En effet, les engagements au passif des assureurs sont généralement repartis par famille de contrats, alors les provisions correspondantes et les cash-flows associés peuvent être calculés. Ainsi, l'adéquation actif passif doit être assurée indépendamment pour chacune des familles constituées, qui sont parfois appelées **cantons**. La faisabilité d'une telle analyse nécessite donc le cantonnement des actifs pour chaque famille de passif. Dans la pratique et dans la quasi-totalité des sociétés d'assurance vie dans l'espace CIMA, les actifs ne sont pas cantonnés en dehors des cantons déjà prévus par la réglementation pour les contrats à taux majorés et les contrats en unités de compte. Mais pour les besoins de la méthode, des cantons fictifs peuvent être créés en fonction des prix de revient, des taux actuariels et de la durée des titres. Le cantonnement a l'avantage de permettre de vérifier, outre l'adossement des cash-flows, la bonne adéquation des actifs en termes de taux de rendement financier et comptable comparé au taux garanti moyen du passif correspondant.

(d) Calcul des valeurs actuelles nettes des actifs et des passifs : La prise en compte de l'effet temps sur les valeurs futures projetées, permet de calculer des valeurs actualisées. Ainsi, la valeur actuelle nette de la situation de l'assureur s'obtient par l'équation :

$$\text{Valeur Actuelle Nette (VAN)} = \text{Valeur Actuelle Actif} - \text{Valeur Actuelle Passif}$$

Mais l'actualisation des flux futurs nécessite l'emploi de taux d'actualisation.

Dans le cas général, on considère la valeur de marché de l'actif, si elle est connue, comme sa valeur actuelle. Pour les immeubles on utilise la valeur à dire d'expert, pour les actions non cotées ou peu liquides on se réfère à la valeur de marché ou à la valeur à dire d'expert. Pour les prêts et les actifs à taux (obligations et titres assimilés), on a recours à leur taux de rendement actuariel ou à la courbe des taux zéro-coupon pour les valeurs d'Etat et cette dernière majoré d'un spread (marge) de signature¹¹ pour les titres des émetteurs privés.

Le calcul de la valeur actuelle du passif est généralement effectué en utilisant la courbe des taux zéro-coupon qui permet de tenir compte de la maturité de chacun des flux pour lui attribuer un taux d'actualisation donné. Ce taux peut être aussi majoré en tenant compte d'une marge. Il faut dire que cette valorisation à la courbe des taux zéro-coupon est retenue en raison de l'absence de marché pour le passif des sociétés d'assurance vie.

¹¹ Le spread de signature représente le supplément d'intérêt demandé aux émetteurs privés par rapport aux titres des émetteurs souverains pour compenser son risque de défaillance ou de retard dans le paiement.

L'adossement de l'actif au passif se traduisant par une valeur actuelle nette supérieure ou égale à zéro.

(e) Les mesures des sensibilités des actifs et des passifs constituent un complément explicatif de la variation de la VAN des assureurs par rapport aux taux d'intérêt. Les différents indicateurs visant à apprécier la sensibilité du passif et de l'actif aux variations des taux d'intérêt sont :

❖ *La duration de Macauley* se définit comme la durée de vie moyenne des flux actualisés de toute nature générée par un bien. Elle est donnée par la moyenne arithmétique des durées de vie des cash-flows actualisés (maturités) pondérée par la valeur actuelle du cash-flow correspond qui est toujours inférieure ou égal à la maturité.

❖ *La sensibilité aux variations des taux* est égale à la variation de la valeur actuelle pour une petite variation du taux d'actualisation. Il est donné par le calcul mathématique de la dérivée première.

1.1.3 Les Limites :

Les principales limites des outils de 1^{ère} génération relevées dans la littérature sont :

(a) *De l'inadaptation de l'approche statique* : l'approche statique est l'hypothèse de travail des outils de 1^{ère} génération. Celle-ci est inadaptée parce que d'une part elle ne prend pas en compte les bénéfices générés par les versements futurs ou par l'activité de production des futurs contrats dans le contexte d'une analyse prospective de l'équilibre du bilan. Mais d'autre part, l'approche statique ne permet pas de rendre compte de l'existence de certains risques liés aux versements futurs effectués sur les contrats existants, car certains contrats d'assurance ne peuvent pas valablement être analysés par une approche statique (cas des contrats à versement périodique et/ou libre). Dans ce cas, les placements à effectuer pour honorer ce contrat vont dépendre du niveau et du contexte financier des versements futurs.

(b) *De la limitation au seul risque de taux* : comme on peut le remarquer avec les développements précédents, les outils de 1^{ère} génération proposent une approche simple et compréhensible, mais entièrement focalisée sur le risque de taux. A la limite, la méthode tend à réduire la question de l'adéquation actif-passif à la sensibilité de la VAN au risque de taux. Par conséquent, les risques liés au comportement de la clientèle, notamment en matière d'exercice des options cachées, ne peuvent pas être décelés ou traités par ces outils. Les autres risques techniques et financiers, non directement liés aux taux d'intérêt ne peuvent être non plus analysés par ces outils.

(c) *De l'inadaptation aux passifs des assureurs vie* : les outils de 1^{ère} génération mettent en œuvre des calculs d'indicateurs financiers permettant d'apprécier le risque de taux et qui sont mal adaptés pour les flux du passif. En effet, les concepts de sensibilité ou de duration ne sont définis que pour des flux financiers fixes et indépendants des taux, alors que les engagements des assureurs sont rarement fixes¹² et les taux servis par l'assureur ne restent pas indépendants des taux de marché jusqu'au terme du contrat¹³.

1.2 Outils de 2^{ème} génération : simulation actif passif avec des modèles déterministes

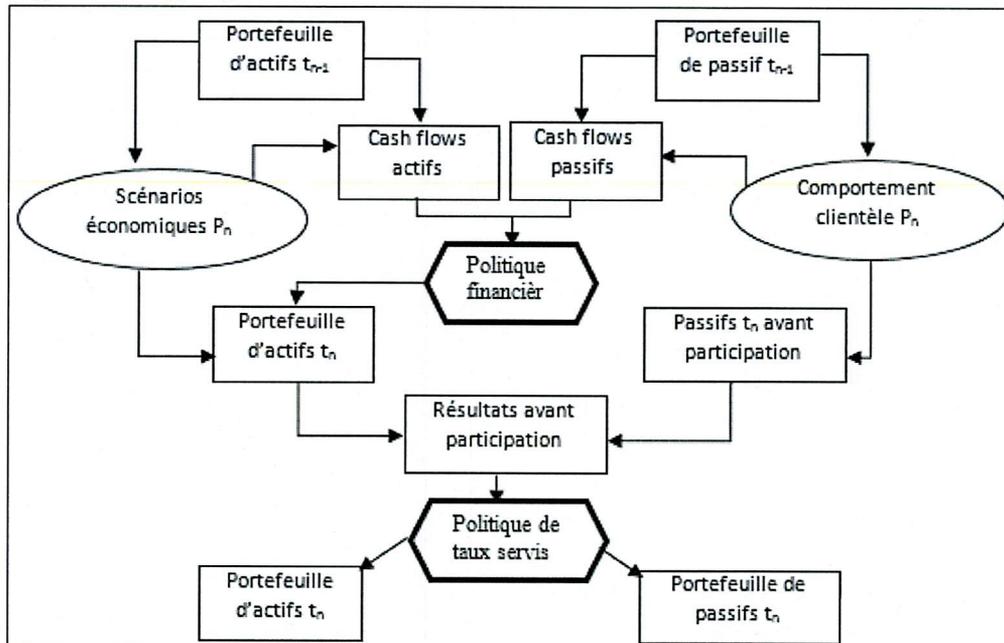
1.2.1 Objets et principes

Les outils de 2^e génération sont des modèles de simulation. Ils permettent de projeter l'évolution des actifs et des passifs, période par période en fonction de scénarios déterministes décrivant l'évolution des marchés financiers. Il n'est plus ici question de mesurer «la seule et unique valeur Actuelle Nette», mais de projeter la séquence des résultats en fonction d'hypothèses variées sur l'environnement financier et le comportement des clients.

1.2.2 Description et techniques de la mise œuvre :

(a) *Description générale du modèle déterministe* : Les outils de 2^{ème} génération se basent sur une modélisation de l'activité de l'assureur en termes de résultats comptables prévisionnels. La figure 2 ci-dessous présente l'organigramme du modèle.

Figure 2: Organigramme d'un modèle déterministe



Source : Gestion Actif-Passif en assurance vie, (2003) Franck Le Vallois et al, page 171.

¹² Ils dépendent du comportement des assurés et de la politique de l'assureur.

¹³ En effet la participation bénéficiaire dépend des rendements financiers eux même dépendants des taux de marché.

Ce modèle fait recours à des variables exogènes (informations ou paramètres dont la valeur est apportée au modèle) et à des variables endogènes (résultats ou paramètres auto-générés par le modèle).

Il s'agit dans cette représentation de projeter les résultats, et les stocks d'actifs et de passifs, période par période selon un pas de temps fixe. Au début de la période n (en t_{n-1}), les stocks d'actifs et de passifs initiaux sont connus. Il est possible de calculer les résultats comptables et financiers associés à la période n en fonction:

- ❖ des caractéristiques des actifs et des passifs en t_{n-1} ;
- ❖ du scénario économique de la période P_n (exogène),
- ❖ et du comportement des assurés pendant la période P_n (exogène).

On obtient les résultats provisoires avant participation des assurés aux bénéfices financiers auquel il faut appliquer la politique de taux de participation servis aux contrats pour obtenir les résultats définitifs après distribution de cette participation. Cette politique est également une hypothèse exogène du modèle. Les résultats comptables et financiers, ainsi que les stocks d'actifs et de passifs obtenus au pas n de la simulation, sont ensuite utilisés comme situation initiale pour le pas suivant.

Dans ce modèle, les hypothèses concernant la politique financière, les taux servis et le comportement des clients sont exogènes. Elles sont modifiables librement par l'utilisateur, à chaque pas du modèle si nécessaire. Un modèle peut faire appel à des fonctions de comportement permettant le calcul endogène de certains éléments exogènes comme un modèle des rachats anticipés d'une période en fonction de variables telles que l'ancienneté du contrat et le niveau de la provision mathématique.

Un modèle complet devrait prévoir donc des fonctions de simulation de plusieurs autres éléments déterminant du résultat de l'assureur vie tels que sont : les *frais généraux*, les *mouvements des capitaux propres*, la *politique de réalisation des plus-values* et la *politique de dotation à la provision pour participation aux excédents*.

(b) Scénarios et analyse de cohérence : Les modèles déterministes sont conçus pour simuler l'évolution du bilan et des résultats des assureurs vie en fonction de scénarios économiques exogènes. Il existe deux classes de scénarios. Le scénario central qui est le scénario de la continuité où les marchés financiers conservent leur position ou leur tendance sans forte variation. Et les scénarios contrastés (stress testing) qui sont des scénarios arbitraires dont certains peuvent être particulièrement défavorables.

(c) **Domaines d'utilisation possible** : L'allocation d'actifs, c'est-à-dire l'adossment de l'actif au passif, est assurément le problème central de la gestion actif passif. A cet effet, les scénarios contrastés apportent un éclairage particulier sur ce problème, orienté vers le contrôle des risques comptables et financiers.

Outre cela, les modèles de simulation déterministes ont aussi d'autres usages en matière de tactique financière et comptable, ainsi que pour l'étude des garanties et des options attribuées à la clientèle.

Dans ce dernier cas qui nous intéresse, il faut noter que lors des études préalables au lancement d'un produit nouveau, il est particulièrement intéressant d'étudier à travers des scénarios contrastés la rentabilité attendue. En effet, sous réserve d'assurer la cohérence des hypothèses de comportement des clients, le jeu des scénarios sera révélateur, faisant apparaître les coûts associés aux options cachées proposées dans le contrat. Le débat peut ainsi s'instaurer au sein du comité actif passif, tant sur le niveau des garanties que sur les chargements nécessaires pour compenser les risques acceptés.

La rentabilité calculée dans un seul scénario central ou budgétaire ne donnerait qu'une image très incomplète des risques associés aux produits. Mais c'est l'utilisation de scénarios de stress qui permettra d'éclairer la prise de décision. A cet effet, les risques associés à ce nouveau produit peuvent contribuer à dégrader, ou au contraire à améliorer la situation globale du bilan dans certains scénarios de stress. Notons que de même que la diversification des actifs améliore la sécurité des investissements, la diversification des contrats et des garanties peut contribuer à la stabilité des résultats des assureurs vie. En effet, du point de vue de la GAP, la rentabilité d'un contrat ne peut pas s'apprécier isolément. Elle doit être évaluée par rapport à l'ensemble des activités de la compagnie.

1.2.3 Les Limites :

Les limites des outils de 2^{ème} génération résident essentiellement dans les difficultés opérationnelles de leur mise en œuvre pratique et les problèmes liés à la communication.

Dans un premier temps, notons que les modèles de simulation déterministes sont d'autant plus utiles détaillés et exhaustifs dans la description des actifs et des passifs. Cependant, cette qualité se traduit nécessairement par une complexité importante, coûteuse en développement et en exploitation.

De ce fait, ces modèles sont sujets à un important *risque de modèle*¹⁴ non négligeable, pouvant provenir de défaut dans la cohérence des hypothèses utilisées. Mais ce risque peut

¹⁴ Il s'agit du risque que le modèle soit mal spécifié ou mal utilisé, et donne des indications largement erronées sur les conséquences des scénarios étudiés.

être contenu par la qualification et l'expérience des équipes de techniciens chargées d'assurer la conception et l'utilisation régulière des outils.

Dans un second temps, on relève que les méthodes de *stress testing* se prêtent assez mal à la communication vers le management supérieur (et encore moins vers l'extérieur de l'entreprise). Le principe de ces méthodes n'est pas toujours bien compris, et l'analyste actif passif se trouve accusé de pessimisme, voire même de « catastrophisme ».

Mais par ailleurs, il est difficile de présenter sous une forme simple les résultats de plusieurs simulations effectuées périodiquement et sur de longues durées. D'autant plus que cette présentation n'est complète que si les hypothèses de politique de taux servis et de comportement de la clientèle sont explicitées.

1.3 Outils de 3^{ème} génération : simulation actif passif avec des modèles (scénarios) stochastiques

1.3.1 Objets et principes

Les modèles stochastiques sont destinés à pallier les difficultés liées aux aspects arbitraires des scénarios de stress testing dans les modèles déterministes en donnant un sens conventionnel à la notion de « probabilité » des scénarios économique et financier. L'objectif de la modélisation stochastique est d'évaluer par la méthode de Monte-Carlo, les lois de probabilité associées aux résultats de l'assureur vie et de fournir une mesure cohérente des risques d'actif passif. Les modèles stochastiques examinent de nombreux scénarios tirés aléatoirement et en évaluent statistiquement les risques.

1.3.2 Techniques de mise œuvre :

La modélisation stochastique part de l'hypothèse que les variables économiques et financières (les taux obligataires, les cours de bourse, l'inflation, etc.) peuvent être représentées par des processus stochastiques. Ainsi, il devient possible de définir une densité de probabilité conditionnelle (fonction du temps et de la valeur initiale) pour les différentes variables étudiées.

(a) *Principes de mises en œuvre* : Le modèle stochastique ne vient pas remplacer ou substituer les principes de base des simulations de type déterministe en gestion Actif-Passif mais vient simplement les compléter.

Dans ce modèle de gestion Actif-Passif, les scénarios déterministes sont substitués par des scénarios stochastiques. La technique consiste à tirer aléatoirement de nombreux scénarios économiques, puis à utiliser pour chacun d'eux un modèle de simulation. On pourra dans ce cas obtenir divers indicateurs. Cependant, pour l'analyse Actif-Passif, la méthode de Monte-Carlo est d'abord un outil d'exploration. L'objectif n'est pas seulement de calculer tel ou tel

autre indicateur, mais aussi d'observer la distribution de nombreuses variables comptables et financières dans un large éventail de scénarios.

Pour conclure, le principe est simple et consiste au fait que dans le cadre de modèle de simulation, les variables économiques et financières doivent être représentés par des processus stochastiques discrets.

(b) Du déterministe au stochastique : Les fonctionnalités d'un modèle déterministe et d'un modèle stochastique sont identiques. Il s'agit de projeter les actifs et les passifs en fonction de plusieurs scénarios économiques et financiers. Il suffirait donc de générer des scénarios stochastiques et de les injecter dans un modèle de simulation déterministe déjà existant.

En pratique, il reste quand même beaucoup de travail et quelques obstacles à surmonter :

- 1- Il n'est pas si simple de générer des scénarios stochastiques raisonnables à moyen terme ;
- 2- Il faut simuler plusieurs centaines, même parfois plusieurs milliers de scénarios dans certains cas. Compte tenu du temps de traitement constaté pour un seul scénario avec la plupart des modèles déterministes, il faut effectuer un travail d'optimisation très poussé des logiciels, ou/et recourir à des processeurs très puissants ;
- 3- Il n'est plus possible d'intervenir manuellement pour intégrer à chaque pas du modèle des hypothèses exogènes concernant le comportement des clients, la politique financière ou les taux servis. Tous ces éléments doivent donc être automatisés par le recours à des fonctions de comportement ou à des politiques paramétrables.

Pour conclure, les modèles stochastiques viennent apporter un progrès dans les outils de simulation dans le cadre de la gestion Actif-Passif, mais leur gestion n'est pas simple.

1.3.3 Les Limites :

Comme pour les modèles déterministes, les limites essentielles des modèles stochastiques se résument dans les difficultés opérationnelles liées à la mise en œuvre et à l'omniprésence du risque de modèle.

En effet, par nature un modèle de simulation stochastique est plus lourd et plus complexe qu'un modèle déterministe. Il devient difficile de traiter exhaustivement tous les types d'actifs et de passifs et de parvenir à une représentation globale du bilan. En particulier certains actifs non cotés, tels que les immeubles, sont difficiles à représenter.

Ensuite, les scénarios stochastiques sont plus difficiles à maîtriser que les scénarios déterministes. Les processus peuvent en effet dissimuler des artefacts statistiques, que l'analyste actif passif doit étudier et connaître parfaitement. De plus, le modèle n'est qu'une

représentation schématique de la réalité. Les variables financières et économiques ne sont pas parfaitement assimilables à des processus stochastiques stationnaires. De façon générale, les processus imposent des contraintes assez fortes à la dynamique des variables économique et financières simulées.

Section 2 : Démarche applicable pour la mise en place d'une fonction GAP dans une société d'assurance vie

Dans la plupart des sociétés d'assurance des pays membres de la CIMA, la fonction gestion Actif Passif est quasi inexistante ou embryonnaire. C'est le cas pour l'UAB Vie où la Direction Financière est dotée d'un service Gestion financière ayant entre autres attributions « la participation à la GAP de l'UAB », sans qu'une fonction réelle de gestion actif passif soit mise œuvre. Cette section a pour objectif de présenter les étapes du processus de mise en place d'une fonction de GAP dans une société d'assurance vie.

La construction d'une fonction actif-passif passe par la mise en place d'un comité actif passif, organe de décision, et d'une cellule technique, organe d'étude. Mais la réflexion actif-passif dont sont chargées ces entités doit être fondée sur un cahier de charges de la gestion financière (un contrat de gestion) préalablement élaboré par ce comité.

2.1- Construction de la fonction actif passif

Elle commence par une analyse stratégique des objectifs de la société d'assurance. C'est par la suite que les outils de modélisation contribuent à la conception d'une politique technique, commerciale et financière. Le premier pas dans la construction de cette fonction est la création de ses organes opérationnels. On distingue en principe l'organe de décision (le Comité actif passif) et le département d'étude (la cellule technique actif-passif).

2.1.1 Rôle du comité actif-passif

En fonction de la taille de la société d'assurance, le comité actif passif peut être créé indépendamment des départements opérationnels (technique, financier, commercial) ou simplement identifié au comité financier.

La tâche initiale du comité actif passif est d'étudier la situation actuelle des risques du bilan et de définir un cahier de charges de la gestion financière. Ultérieurement, sa fonction est de suivre l'évolution des indicateurs de risque et de veiller à l'adaptation régulière de la politique technique, commerciale et financière en fonction de la conjoncture, de la stratégie du top management et de la réglementation.

2.1.2 Rôle de la cellule technique actif-passif

Quant à la cellule technique, selon la taille de la société, il est possible de regrouper dans cette cellule un certain nombre de tâches connexes aux études actif passif, telles que la réalisation des états statistiques et de tableaux de bord techniques et financiers.

Dans les sociétés d'assurance, il est souhaitable de confier des missions de contrôle et d'audit à un organe indépendant des directions opérationnelles (comité d'audit, contrôleur financier, contrôleur général ...). La cellule technique actif passif ; à défaut d'être en charge de cette mission, doit avoir des relations fonctionnelles avec cet organe ou être regroupé ensemble au sein d'une direction de gestion des risques. En effet, le rôle du contrôleur est notamment de débusquer les risques d'actif passif non traités ou non reconnus, de veiller au respect des procédures et à l'application du cahier des charges.

2.2- Rédaction d'un cahier des charges de la gestion financière

La rédaction du cahier des charges de la gestion financière sera le premier outil à mettre en place par le comité gestion actif passif. Ce cahier résulte d'une analyse approfondie des objectifs, des contraintes et de l'environnement réglementaire et comptable de la société. Le processus orienté par l'analyse de scénarios actif passif est le suivant :

- ❖ identification des objectifs et contraintes de la société d'assurance ;
- ❖ définition d'une politique (stratégie) financière ;
- ❖ rédaction d'un cahier des charges de la gestion financière.

Pour *l'identification des objectifs et contraintes de la société d'assurance*, il faut analyser le contexte global de l'activité, puis inventorier les risques techniques, comptables et réglementaires. Les réponses aux questions suivantes, entre autres, conduiront à l'identification et à la hiérarchisation des objectifs fondamentaux de la société :

- ❖ quelles sont les contraintes économiques?
- ❖ quel est le contexte concurrentiel?
- ❖ quelle est la nature des engagements envers les assurés?
- ❖ quelles sont les caractéristiques techniques des risques assurés?
- ❖ quel est le risque de provisions pour dépréciation? pour aléas financiers?

Pour la *définition d'une politique financière*, il faut bien évidemment tenir compte du fait que la réglementation des assurances impose des règles de limitation et des règles de dispersion impératives. Toutefois, il existe une marge de manœuvre non négligeable pour choisir une politique d'allocation des actifs plus avantageuse.

Il est clair que la gestion financière idéale comporte souvent des exigences contradictoires. En fonction des objectifs de gestion, il faudra trouver des compromis par exemple entre :

- ❖ un rendement élevé et un faible risque ;
- ❖ un rendement courant comptable élevé et un rendement financier long terme maximum ;
- ❖ un rendement régulier et une perspective de protection contre l'inflation.

Pour établir ces compromis, il faut étudier des scénarios économiques longs et contrastés. On peut envisager des scénarios avec ou sans inflation, avec des taux obligataires réels élevés ou bas. L'usage d'un modèle actif passif apporte ici une aide appréciable. La modélisation du bilan de l'organisme d'assurance permet de déceler les scénarios limites au-delà desquels les objectifs ne peuvent plus être respectés.

Pour finir, la rédaction du cahier des charges de la gestion financière va reprendre les éléments de la stratégie financière, mais peut également comporter des instructions plus précises sur les règles et les méthodes de gestion. Ces règles doivent être débattues avec les gestionnaires financiers. Le cahier des charges comporte les éléments suivants:

- ❖ rappel des objectifs stratégiques;
- ❖ allocation d'actifs et marges de manœuvre accordées au gestionnaire financier;
- ❖ liste exhaustive des opérations financières autorisées;
- ❖ liste des types de placement autorisés;
- ❖ règles internes de division et de contrôle des risques de signature ;
- ❖ liste des objectifs financiers et comptables ;
- ❖ définition du reporting;

Chaque année, les objectifs financiers et comptables doivent être quantifiés. Quant au reporting, il doit être conçu de façon à permettre la vérification du respect du cahier des charges.

-2ème Partie -

CAS PRATIQUE DANS LE CADRE DE L'UNION DES ASSURANCES DU BURKINA VIE (UAB VIE)

Chapitre 1 : Application à un produit de type
Epargne Retraite : Epargne-Retraite-Avenir (ERA)

Chapitre 2 : Application à un produit de type
Décès : Contrat Décès Emprunteurs

Dans la phase pratique de ce mémoire, nous orientons notre étude dans le cadre de la modélisation des chutes de contrats pour un produit de type Epargne Retraite (Chapitre 1) et de la modélisation du risque de décès pour un produit comprenant le risque décès, notamment l'assurance Temporaire Décès Emprunteur (Chapitre 2). Cette orientation de l'étude n'est pas du tout neutre. En effet il ne nous a pas été possible de conduire l'étude sur l'ensemble de la société en raison de l'ampleur de travail préalable qu'il aurait été donné de produire sur l'ensemble des produits de l'UAB VIE, notamment la modélisation des flux du passif et du fait de la confidentialité des données sur les actifs (placements) de la société.

Egalement, la mise en œuvre d'un outil spécifique de GAP appliqué à un produit donné n'était pas pratiquement faisable car le dispositif organisationnel de l'UAB Vie ne le permet pas. A cet effet, l'inexistence du principe de cantonnement des actifs qui permettrait de faire la distinction entre les placements pour chaque catégorie de passif et encore le caractère confidentiel des informations comptables et financières, ont constitué les obstacles majeurs à un développement dans ce sens. La formulation d'hypothèses pour la constitution de cantons fictifs était une possibilité avec le risque d'obtenir des résultats très éloignés de la réalité de l'entreprise et non utiles en pratique. Par ailleurs, l'inexistence d'un progiciel qui permettrait d'effectuer des simulations selon des scénarios différents et d'estimer une fonction de comportement des assurés est aussi un obstacle d'importance capitale à la conduite de telles analyses.

Cependant, pour la mise en œuvre de l'un quelconque des outils de Gestion Actif passif présentés, il est impératif d'établir au préalable une projection des flux d'actifs et de passifs. Et dans le cadre de la projection du passif, il s'agira de projeter les primes et les prestations. Pour une année donnée, les primes peuvent provenir des nouveaux contrats ou des contrats ayant pris effet ultérieurement. La projection des primes des nouvelles productions (nouveaux contrats) est un modèle agrégé en supposant que le produit sera commercialisé sur les années suivantes. Mais, pour la projection des autres primes et des prestations (cas particulier des rachats), il sera nécessaire de tenir compte de la loi de chute des contrats. La modélisation des comportements de rachat, que nous entreprenons dans cette partie, est donc un outil important qui peut aider à la mise en œuvre ultérieure de l'une quelconque des méthodes de GAP présentées ci-dessus.

CHAPITRE I: APPLICATION A UN PRODUIT DE TYPE EPARGNE RETRAITE : Epargne-Retraite-Avenir (ERA)

Le produit qui nous intéresse ici est un produit du type Epargne Retraite de nom commercial « ERA : Epargne – Retraite – Avenir ». C'est un produit assimilable à de pures opérations d'épargne, très proches, si non identiques aux comptes d'épargne bancaire.

Dans son fonctionnement, pour chaque assuré, l'assureur ouvre un compte alimenté par les primes nettes de chargements et majorées des intérêts. Ainsi, à chaque instant, la valeur du compte retraite de l'assuré est égale au cumul des primes nettes et des intérêts. Alors si l'assuré est en vie au terme du contrat, l'assureur versera un capital égal à la valeur du compte retraite à la date terme. Par contre, si l'assuré décède en cours de contrat, l'assureur restituera la valeur du compte Retraite à la date du décès. Par ailleurs, l'invalidité totale définitive de l'Assuré qui nécessite l'assistance d'une tierce personne pour accomplir les actes de la vie quotidienne est traitée comme le décès.

Notons que les primes peuvent être à versements libres. Et même lorsque la prime est périodique ou unique, le souscripteur peut à tout moment faire des versements exceptionnels.

Dans la suite, nous étudierons les contraintes de gestion Technique, Financière et commerciale inhérentes au produit et les méthodes de GAP applicables dans le contexte CIMA. Puis nous procéderons à une modélisation des flux de rachats partiels.

Section1 : Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit ERA et méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA

1.1 Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit ERA

1.1.1 Contraintes de gestion technique et commerciale :

De par son fonctionnement, le produit ERA ne couvre pas de risque décès même si au décès l'épargne constituée est versées aux bénéficiaires. Etant typiquement de l'épargne, elle génère non seulement des contraintes de gestion liées à l'exigence de solvabilité et de liquidité des sociétés d'assurance, mais surtout à la rentabilité afin de pouvoir faire face aux rachats anticipés et à la rémunération minimum garantie (taux technique) du contrat. Le tableau ci-après fait le récapitulatif de ces différentes contraintes de gestion.

Tableau 2: Contraintes de gestion technique et commerciale inhérentes au produit ERA

Contraintes de gestion applicables	Observations
Règles concernant la gestion du revenu	
Taux plafond et table de mortalité (Art. 338)	La mise en place d'un tel contrat ne nécessite pas de table de mortalité, mais est soumis au respect du taux plafond de 3,5%.
Participation bénéficiaire (Art. 81-86)	La participation bénéficiaire dans le cadre de ces contrats est réduite à la participation aux bénéfices financiers à 85%.
Règles concernant la gestion du capital	
Droit au capital	Il s'agit des droits au renoncement après paiement de la première prime dans les 30 jours suivants, du droit au rachat et à la réduction après paiement de 15% des primes ou de 2 primes annuelles. Mais aussi de la possibilité de demande d'avance à un taux TEGA \leq 7%.
De la rédaction du contrat	Il s'agit des mentions obligatoires et de la forme de rédaction contenue dans les articles 62, 63 et 64 du code CIMA.
De l'obligation d'information annuelle sur la situation du contrat	Obligation d'information annuelle pour les polices recevant des paiements de primes et obligation d'information à la demande pour les autres polices (Art.75)
Du réseau de distribution	Livre V du code CIMA sur les conditions pour présenter des opérations d'assurance.
Règles prudentielles techniques	
Provision Mathématique	Simple à calculer, elle est égale à la valeur acquise du cumul des primes investies à la date de calcul.
Provision pour participation aux excédents	Uniquement pour les bénéfices financiers.
Provision de gestion	Destinée à couvrir les charges de gestion futures des contrats non couvertes par ailleurs.
Provision pour risque d'exigibilité	Destinée à faire face aux engagements dans le cas de moins-value de l'ensemble des actifs mentionnés. Calculé selon les conditions de l'article 334-14.
Les risques technique et commercial (les risques majeurs)	
Risque de comportement	Il s'agit essentiellement des risques de rachats massifs.
Risque de dépense ou risque associé aux frais	Il s'agit de l'insuffisance éventuelle des chargements de gestion pour couvrir les frais réels. C'est l'objet de la provision de gestion évoquée plus haut.
Risques catastrophes vie	Il s'agit d'évènement entraînant un surcroît de mortalité dans le portefeuille et rendant donc exigibles les engagements.
Risques de pratiques commerciales ou de places inappropriées	Le principal risque en matière de contrat ERA est le risque de mauvaise information entraînant un surcroît de renoncement, de rachat partiel ou total.

1.1.2 Contraintes de gestion financières

Etant un produit épargne, ce contrat génère des contraintes de gestion financières importantes.

Tableau 3: Contraintes de gestion financière inhérentes au produit ERA

Contraintes de gestion applicables	Observations
Règlementation des placements et autres éléments d'actifs	
Principe de couverture des engagements réglementés	Aux termes de l'Article 335, les engagements réglementés doivent être totalement et à tout moment être couverts par des actifs.
Principes de Congruence actif/passif et de localisation	Les primes dans les contrats ERA sont en FCFA, conséquence les placements doivent se faire en FCFA, au Burkina Faso et dans les autres pays de la zone CIMA à 50% au plus.
Actifs / Placements admis en représentation	Les ressources issues des contrats ERA doivent être gérées dans le strict respect de l'article 335-1 (limitation par type d'actif)
Règle de dispersion	Limitation à 5% par émetteur avec dérogations (Art. 335-4)
Evaluation des placements	Evaluations prudentes conformément aux Art. 335-11 et Art. 335-12 nouveau.
Règlementation des revenus des placements	Article 336-6 : sanction de l'insuffisance du revenu total des placements par rapport au montant total des intérêts à créditer aux provisions mathématiques.
Délais de paiement des prestations	Délai d'un mois en cas de décès, et de 15 jours pour les autres causes dès constitution du dossier de réclamation (Art. 74)
Règlementation de la Solvabilité des sociétés d'assurance vie	
Marge de solvabilité positive	Article 337 : Principe de solvabilité Article 337-1 : Eléments constitutifs de la marge Article 337-3 : Modalité de calcul du minimum de marge de solvabilité
Les risques financiers	
Risques de marché	Les contrats ERA étant assimilables à au produit bancaire favorisent l'omniprésence de l'ensemble des risque de marché. Mais dans le contexte du marché financier CIMA certains risques n'existent qu'en théorie. (Cf. Partie 1, section 2.2.1)
Risque de liquidité	Ce risque est généré par les options de rachats insérées dans le contrat ERA. Un très grand nombre de rachats peut entraîner principalement le risque de marché de capitaux.

1.2 Méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA

En première approche des outils de GAP applicable dans le contexte CIMA, il faut d'abord caractériser le marché financier des pays de l'espace CIMA. A ce titre on relève que le marché financier dans la CIMA est très peu développé. Il est composé d'acteurs avec des méthodes et un niveau d'équipement technologique relativement acceptable et avec une population cible d'un niveau de culture financière (Banques, Assurances et Bourses) précaire (taux de bancarisation de 18% et taux de pénétration des assurances de 1% du PIB en Afrique

Subsaharienne hors Afrique du Sud¹⁵). La conséquence en matière de gestion actif-passif est que les outils de 3^{ème} génération sont applicables mais ne seront pas de grande utilité car les taux d'intérêt sont quasiment constants, les supports de placement limités et les implications des théories économiques sur les comportements des acteurs n'est pas du tout vérifiable dans l'espace CIMA. Ainsi, le choix des outils de GAP qui seront utilement applicables doit se faire entre les outils de 1^{ère} et 2^{ème} générations.

Dans le cadre du produit ERA, produit exclusivement de type épargne et ne faisant pas l'objet d'un risque décès, les outils de 1^{ère} et 2^{ème} générations sont applicables. La mise en œuvre de l'outil de 2^{ème} génération étant plus élaborée, les deux outils peuvent être utilisés ensemble, mais avec des périodicités différentes. Mais plus encore, on peut utiliser les modèles de comportements pour le passif dans les outils de 1^{ère} génération. Dans ce cadre, nous développons dans la suite une modélisation des flux de rachat partiel qui peut servir dans le cadre de la projection du passif, et à la mise en œuvre de l'une ou l'autre des deux outils. La principale limite dans la mise en œuvre des outils de 2^{ème} génération concerne les hypothèses économiques sur les actifs. Cela se justifie par le caractère statique du marché financier dans l'espace CIMA.

Section 2 : Modélisation du profil des rachats Partiels

L'option de rachat est une garantie essentielle qui est très utilisée par les assurés dans leurs contrats d'épargne. Cette faculté a contribué en partie à l'envol de l'assurance vie en offrant une souplesse et une liquidité aux contrats.

L'assureur porte donc une attention particulière sur ce risque car il peut conduire à la faillite de la compagnie si les rachats sont massifs. Au-delà de ce risque extrême, il entraîne également des problématiques de gestion actif/ passif.

En effet, pour la mise en œuvre de l'un quelconque des outils de Gestion Actif passif, il est impératif d'établir au préalable une projection des flux d'actifs et de passifs. La loi de chute des contrats est un élément important pour prévoir outre les primes futures sur contrats ayant pris effet ultérieurement, mais aussi le niveau des prestations.

L'objectif de cette modélisation est de comprendre les mécanismes incitant les assurés à retirer partiellement les sommes investies sur leurs contrats d'épargne.

Dans un premier temps, le modèle de régression logistique est mis en œuvre pour estimer une probabilité de rachat au niveau du contrat en fonction des paramètres des polices. Dans

¹⁵ <http://www.jeuneafrique.com/mag/300048/economie/assurance-produits-vie-safricanisent-mieux-convaincre/>, Publié le 19 février 2016 à 13h09.

un second temps le modèle de régression binomiale négative est utilisé pour prévoir les nombre rachat partiel par contrat sur un exercice.

2.1 Modèles et Présentation des données

2.1.1 Choix des modélisations

Le risque de rachat a suscité de nombreux travaux de recherche dans la littérature. Les travaux concernent soit le rachat structurel, soit le rachat conjoncturel mais rarement les deux en même temps.

Les rachats sont dits structurels si l'analyse des rachats passés est utilisée pour modéliser le comportement moyen des assurés en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques. Par contre le comportement des assurés en termes de rachats lorsque l'environnement économique change ou que la revalorisation de leur épargne ne répond plus à leurs exigences est appelée « rachats conjoncturels » ou « rachats dynamiques ».

Dans la littérature différentes modélisations ont été développées pour étudier le risque de rachat. On a :

- (a) les modélisations financières avec valorisations de l'option de rachat (modèles non comportemental). C'est notamment les articles de Kim C. (2005), et de Kagraoka Y. (2005) où sont mis en oeuvre des modèles de régression logistique et binomiale négative.
- (b) les modélisations statistiques avec des séries temporelles où le rachat est étudié de manière collective (on agrège les décisions individuelles et on étudie le taux de rachat) notamment avec R. F. Engle et C. W. J. Granger (1987) qui mettent en oeuvre un modèle de Co-intégration ;
- (c) les approches microéconomiques notamment avec des critères d'espérance d'utilité (modélisation à l'échelle individuelle) avec encore le mémoire en actuariat de Fauvel S. et Le Pévédic M. (ENSAE 2007).
- (d) les modélisations probabilistes, avec des modèles de segmentation (arbre de classification et de régression) et la régression logistique, où le rachat est également étudié à l'échelle individuelle avec Xavier Milhaud et al (2010).

Nous allons privilégier une modélisation probabiliste car elle nous permet de modéliser la décision de rachat à l'échelle individuelle sans formuler d'hypothèse sur la rationalité de l'individu. Nous proposons deux modèles : un modèle de régression logistique pour estimer une probabilité de rachat au niveau du contrat sur des paramètres structurels, ensuite un modèle de régression binomial négatif pour estimer les nombres de sorties par rachat partiel.

2.1.2 Données sélectionnées et Statistiques descriptives

Nous nous concentrons dans cette section sur la sélection de facteurs du risque de rachat provenant des caractéristiques de l'assuré et du contrat.

a) Présentation des données sélectionnées

Les données utilisées pour ce modèle proviennent du portefeuille de contrats de type épargne couvrant la période de Janvier 2013 à Décembre 2015 inclus. Il est composé de **31 039** contrats souscrits entre Septembre 1992 et Décembre 2015 et encore actif¹⁶ en janvier 2013. Le type de contrat soumis à notre analyse est composé de 4 générations de contrat qui diffèrent de par leurs caractéristiques au regard de l'évolution entre temps de la réglementation CIMA ou pour des raisons de stratégies commerciales.

Les 19 premières variables ont été sorties directement du système informatique de la compagnie. Le reste des variables ont été calculées à partir des premières. Pour chaque police, nous avons construit une variable binaire Rachat Partiel qui est égale à 1 si la police enregistre au moins un Rachat Partiel sur la période de 2013 à 2015 et 0 sinon.

La **PM_last** est le dernier montant de provision mathématique du dernier semestre obtenue pour une police considérée lors du dernier rachat ou au 31/12/2015 pour les polices sans rachat partiel. **AgePolice** et **AgeClEtEf** sont des durées en années calculées avec la date d'effet du contrat.

La *modélisation logistique* concernera tout le portefeuille sur toute cette période, l'objet étant de comprendre l'influence des caractéristiques des clients et contrats individuels sur la probabilité de rachat partiel. Cependant, la modélisation *binomiale négative* se basera sur les rachats partiels du portefeuille pour l'exercice 2014. Plus de détails sur les données à notre disposition sont résumées en **ANNEXE 1B**.

b) Statistiques descriptives élémentaires

Ces statistiques ont pour but d'évaluer l'impact des caractéristiques de l'assuré et des contrats sur le rachat partiel.

❖ Variables quantitatives (Tableau 4)

L'assuré moyen est âgé de 32ans à la date d'effet de son contrat avec un écart type de 7ans. Nous remarquons aussi que l'assuré moyen a une Prime TTC de moins de 10 000 (soit de 8 400) avec une médiane de 6 000, c'est-à-dire qu'il y'a autant de polices de notre portefeuille qui a plus de 6 000 de primes que de polices ayant moins de 6 000 comme

¹⁶ Le portefeuille a été nettoyé des polices rachetées totalement, annulées, résiliées, termes ou dont l'assuré est décédé avant 2013. Les polices souscrites après 2015 ne sont pas non plus prises en compte.

cotisation. Mais seulement 25% des polices enregistrent des primes de plus de 10 000 et concernent des assurés âgés d'au moins 35ans à la date d'effet du contrat.

Tableau 4: Statistiques élémentaires des variables quantitatives en fonction du sexe des assurés

Statistiques	Sexe Assuré	Age Police	Age Assuré	PrimeTTC (FCFA)	Nbr RP	RP 13	RP 14	RP 15	PM_last (FCFA)
Moyenne	femme	5	32	7 777	0,29	0,09	0,08	0,12	254 251
	homme	6	31	8 667	0,49	0,13	0,16	0,21	266 133
	Tous	6	32	8 404	0,43	0,12	0,13	0,18	262 631
Ecart Type	femme	5	6	6 267	0,75	0,34	0,32	0,39	343 656
	homme	5	7	44 818	1,05	0,42	0,46	0,54	460 978
	Tous	5	7	37 794	0,98	0,40	0,42	0,50	429 771
Minimum	femme	0	18	5 000	0	0	0	0	433
	homme	0	18	5 000	0	0	0	0	433
	Tous	0	18	5 000	0	0	0	0	433
Maximum	femme	23	63	300 000	10	7	3	6	6 486 866
	homme	23	64	5 880 000	22	9	7	8	24 700 000
	Tous	23	64	5 880 000	22	9	7	8	24 700 000
P25%	femme	2	28	5 000	0	0	0	0	61 601
	homme	3	26	5 000	0	0	0	0	68 231
	Tous	2	27	5 000	0	0	0	0	66 895
Médiane	femme	4	32	6 000	0	0	0	0	139 551
	homme	5	30	6 000	0	0	0	0	141 239
	Tous	5	31	6 000	0	0	0	0	140 830
P75%	femme	7	36	10 000	0	0	0	0	328 279
	homme	8	35	10 000	1	0	0	0	315 275
	Tous	8	35	10 000	0	0	0	0	318 581

La PM moyenne est supérieure à la médiane avec un écart type élevé d'environ 430 000. Ceci dénote d'une distribution étalée vers la gauche et par conséquent de l'existence de nombreuses polices avec des PM faibles. Ce dernier pouvant s'expliquer par des fréquences et montants élevés de rachat partiel. En l'occurrence le nombre maximum de rachat partiel réalisé sur une police est de 22 sur les trois exercices, soit en moyenne 7 rachats par an (environ 2 rachats par trimestre).

La différence entre les assurés hommes et les assurés femmes n'est pas très nette sauf pour les variables *Prime TTC*, *PM_last* et *Nombre de rachat*. On remarque que les hommes ont une moyenne de prime plus élevée que celle des femmes et par conséquent des montants de provision mathématique plus grande que ces dernières. Toutefois l'écart type des primes des hommes est fortement élevé ce qui veut dire que la distribution des primes payées par les hommes est fortement hétérogène, en d'autres termes les hommes paient des primes différentes les uns des autres et s'écartant fortement de leur moyenne. Cependant, les

femmes paient des primes autours de la moyenne de 7 800 F. En termes de rachat partiel, les hommes réalisent beaucoup plus de rachat que les femmes. Et le maximum de rachat partiel réalisé par un homme est de 22 sur les trois exercices et de 10 pour les femmes.

Tableau 5: Statistiques élémentaires des variables quantitatives en fonction de la variable binaire Rachat Partiel

Statistiques	Rachat Partiel	Age police	Age de l'Assuré	Prime TTC	PM_last
Moyenne	Non	5	32	8 386	292 044
	Oui	7	31	8 463	171 604
Ecart Type	Non	5	7	20 248	476 372
	Oui	4	7	67 680	207 513
Minimum	Non	0	18	5 000	433
	Oui	0	18	5 000	3 449
Maximum	Non	23	63	2 400 000	24 700 000
	Oui	23	64	5 880 000	6 889 548
P25%	Non	1	27	5 000	47 961
	Oui	5	26	5 000	84 976
Médiane	Non	4	31	6 000	161 451
	Oui	6	30	6 000	119 606
P75%	Non	7	36	10 000	373 424
	Oui	8	34	10 000	190 173

Au regard des statistiques, on dira que dans notre portefeuille, les polices sujettes à rachats partiels prennent effet en moyenne lorsque les assurés sont âgés de 31ans et à contrario à 32ans pour les polices non rachetées. Donc il n'y a pratiquement pas de différence. Mais au contraire au niveau de l'ancienneté des contrats, on constate que les contrats objet de rachats partiels ont un âge moyen supérieur aux autres de 2 ans, avec un écart type plus faible d'un an. Aussi, 25% des polices sans rachat sont seulement anciens d'un an alors que les 25% des polices rachetées au moins une fois sur la période 2013 à 2015 ont moins de 5ans. On peut penser que, les contrats les plus anciens ont une plus grande probabilité de rachat partiel et qui s'élève avec la durée. Réciproquement, on a des montants de PM plus faibles pour les contrats rachetés partiellement.

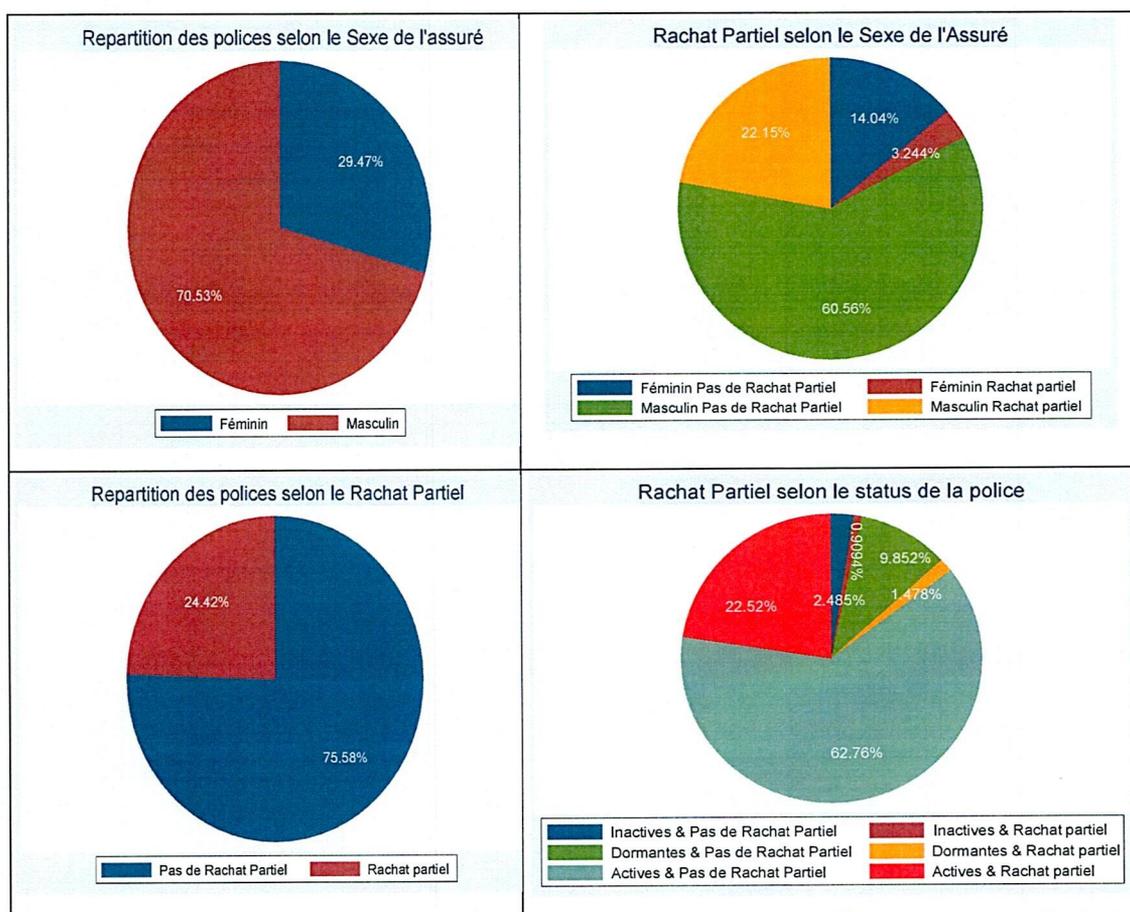
❖ Variables qualitatives

Tableau 6: Les modalités de la variable Statut de Police

Modalité de Statut Police	Statut des Polices	Effectif	%
Polices Inactives	Polices annulées, rachetées en totalité, Assuré décédé, à terme et résiliées	2 811	9,06%
Polices Dormantes	Polices Suspendue, en réduction, en attente du premier encaissement	4 691	15,11%
Polices Actives	Polices en activité et recevant des encaissements réguliers	23 537	75,83%

Au tableau 6, les polices se répartissent en 75,83% d'actives, 15,11% de dormantes et de seulement 9,06% devenues inactives sur la période 2013 à 2015. La dénomination de « dormantes » se justifie par le fait que même ne recevant plus de primes, ces polices disposent d'une PM qui continue d'être capitalisée.

Figure 3: Le Rachat partiel en fonction du sexe de l'assuré et du statut de police



Le portefeuille étudié est composé à environ 30% de femmes (29,47%). La proportion de police ayant fait objet d'au moins un rachat partiel est de 24,42%. En fonction du sexe de l'assuré, on constate que 22,15% des hommes effectuent des rachats partiels contre 3,24% seulement des femmes. Aussi, en termes de statuts de police, les polices actives, les plus nombreuses, font objet de plus de rachat partiel que les inactives et les dormantes. Ces dernières à leur tour sont aussi plus sujettes à rachat partiel que les inactives.

Les variables quantitatives, Age de l'assuré et Age de la police, ont été regroupées en classes pour les besoins des analyses (*Voir Tableau 2 en ANNEXE 1B*). Les croisements de ces classes avec la variable binaire Rachat Partiel, nous donne :

Tableau 7: Rachat partiel selon les classes d'âges des assurés

R. P.	Moins de 25ans	[26ans - 30ans]	[31ans - 35ans]	[36ans - 40ans]	[41ans - 45ans]	[46ans - 50ans]	[51ans - 55ans]	56ans et plus	Total
Non	3 891	7 409	6 248	3 453	1 512	677	224	45	23 459
Oui	1 508	2 577	1 904	921	419	159	78	14	758
Total	5 399	9 986	8 152	4 374	1 931	836	302	59	31 039

Tableau 8: Rachat partiel selon les classes d'âges des polices

Rachat Partiel	Moins de 2ans	De 2ans à 5ans	De 6ans à 9ans	10 ans et plus	Total
Non	595	8 433	5 677	3 399	23 459
Oui	50	2 779	3 376	1 375	7 580
Total	6	11 212	9 053	4 774	31 039

Les croisements avec la variable binaire rachat partiel rapportent que les polices sont rachetées généralement après les 2ans d'âge en raison de la réglementation CIMA qui impose la constitution de valeur de rachat seulement après deux années de primes ou 15% du total des primes prévues. Aussi, la majorité des rachats partiels est effectuée par les assurés qui ont souscrit à leur contrat un peu plus jeune, avant 40ans. Peut-être parce que les assurés qui souscrivent relativement jeunes (entre 18 et 20ans), après 6 à 9 ans de durée de cotisation (donc lorsqu'ils seront âgés de 26 à 30ans) n'ont pas encore pris conscience de l'importance de se constituer un revenu complémentaire pour la retraite.

Tableau 9: Tableaux de croisement du Mode et de la Périodicité de paiement des primes avec le Rachat Partiel

Rachat Partiel	Chèque	Espèce	Prélèvement	Virement	Total
Non	26	978	20 868	1 587	23 459
Oui	1	35	7 311	233	758
Total	27	1 013	28 179	182	31 039

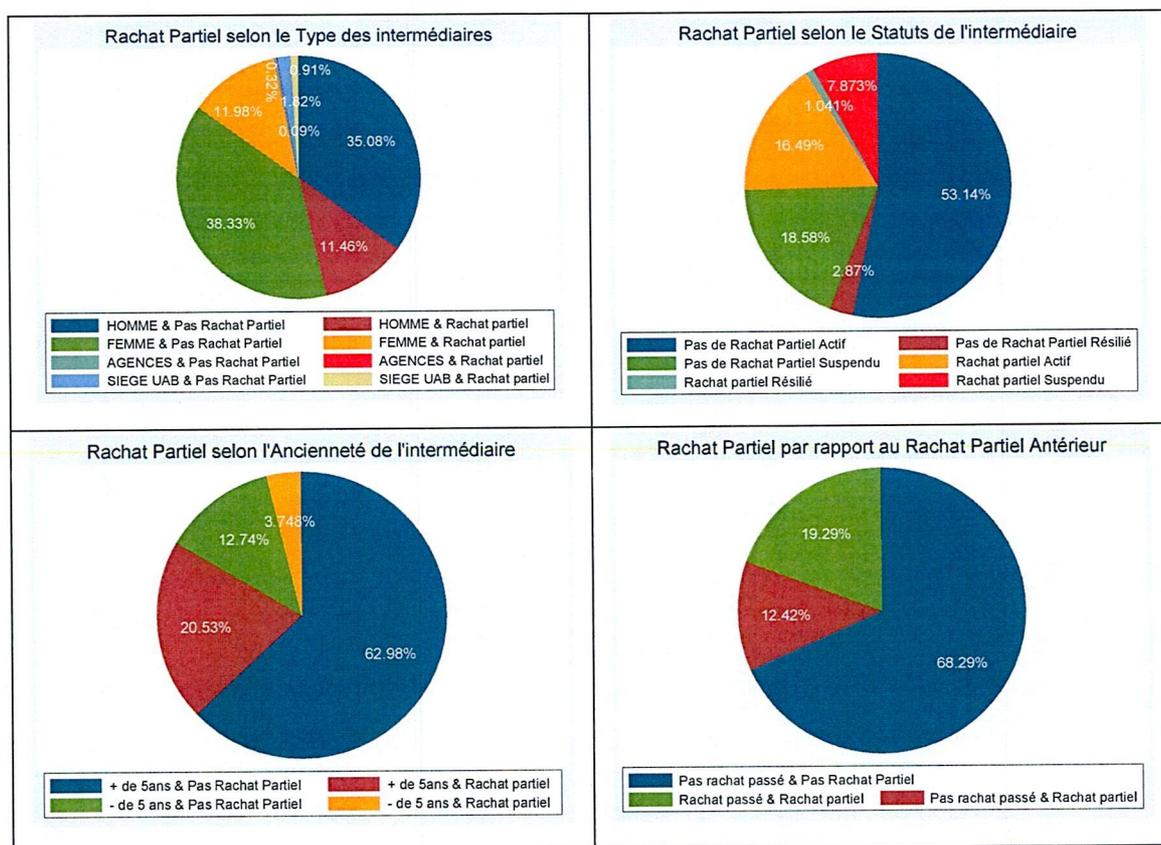
Rachat Partiel	Annuel	Semestriel	Trimestriel	Mensuel	Libre	Total
Non	48	33	224	23 153	1	23 459
Oui	4	1	8	7 566	1	758
Total	52	34	232	30 719	2	31 039

Le mode de paiement des primes du portefeuille est principalement le Prélèvement (90,70%). Il est donc naturel qu'il enregistre le plus grand nombre de rachat partiel. Aussi, la périodicité principale de paiement des primes est mensuelle avec 98,97% de l'ensemble du portefeuille, et en termes de rachat partiel, elle concentre le plus grand nombre de rachat.

La **Figure 4** ci-dessous illustre la répartition du portefeuille selon le croisement des caractéristiques des intermédiaires avec la variable binaire rachat partiel. On note que la grande partie des polices est le fruit des commerciaux dont une proportion très élevée pour les commerciaux de sexe masculin : 64,18 % contre 38,68% pour les femmes (*voir ANNEXE1B*). Croisé avec le rachat partiel, on note que les proportions de polices rachetées partiellement sont approximativement les mêmes entre les polices des commerciaux femmes et hommes (11,98% pour les femmes et 11,46% pour les hommes).

Le portefeuille soumis à notre étude est apporté par des intermédiaires dont 10,97% ont le statut « suspendu » et environ 2,5% « résiliés » (*voir ANNEXE1B*). En termes de Rachat partiel, les polices des intermédiaires actifs enregistrent le taux de rachat le plus élevé ensuite suit celles des suspendus et en dernier celles des résiliés. Cela était attendu au regard du volume de contrat selon le statut des intermédiaires dans le portefeuille étudié.

Figure 4: Rachat partiel en fonction des caractéristiques des intermédiaires et du Rachat partiel antérieur



Par rapport à l'ancienneté des intermédiaires, ceux ayant une ancienneté de plus de 5ans enregistrent les taux de rachat partiel et de non rachat partiel les plus élevés. Cela est justifié, car les polices des commerciaux de plus de 5ans sont les plus nombreuses, soit 91,02% du portefeuille.

Par rapport au rachat partiel antérieur, on note que 68,29% des contrats n'enregistrent ni rachat partiel antérieur, ni rachat partiel actuel. Pendant que 12,42% qui n'ont pas enregistré un rachat partiel antérieur, enregistrent un actuellement. Par contre 19,29% des polices qui avaient un rachat partiel antérieur et en réalisent un actuellement. Il faut préciser que le rachat partiel actuel est le dernier rachat partiel effectué sur la police.

La répartition du portefeuille par localité (voir *Figures 2 & 3 en ANNEXE I B*) montre que Ouagadougou enregistre à lui seule 38,75% des polices ensuite suit Bobo Dioulasso avec 7,51%. Les autres localités hors mis Kaya (2,68%) et Dori (2,42%) enregistrent moins de 2%. En termes de rachat partiel, on a aussi une configuration similaire où Ouagadougou enregistre les nombre les plus élevés, suivi de Bobo tant en rachat partiel et non rachat partiel.

2.2 Modélisations logistique & binomiale négative

L'objectif de ces régressions est triple: calculer des probabilités de rachat partiel au niveau du contrat, sélectionner les variables les plus significatives pour le déclenchement du rachat et définir un modèle de prévision du nombre de rachat partiel mensuel.

2.2.1 Le modèle de régression logistique

a) Présentation de l'intérêt du modèle

Le modèle de régression logistique permet d'exprimer sous forme de probabilité la relation entre une variable dichotomique, dite variable dépendante ou expliquée, et des variables explicatives, quantitatives ou qualitatives. Dans notre cas, on cherchera à exprimer la probabilité que l'individu rachète son contrat au cours de l'année en connaissant les caractéristiques de cet individu.

Un tel modèle permet d'analyser plus précisément l'impact de chaque variable explicative retenue, et de pouvoir quantifier cette relation. Une lecture rapide des résultats peut se faire grâce aux rapports des chances, qui permettent de quantifier l'impact du changement d'une variable explicative sur la probabilité de rachat.

b) Formalisation mathématique sommaire

La régression logistique binaire est utile pour prédire les valeurs d'une variable aléatoire Y qui possède deux modalités 0 ou 1 (rachat partiel ou non rachat partiel).

Le logit d'un individu ω (une police donnée) s'écrit :

$$\ln \frac{\pi(\omega)}{1-\pi(\omega)} = a_0 + a_1 X_1(\omega) + a_2 X_2(\omega) + \dots + a_j X_j(\omega)$$
 avec a_0, a_1, \dots, a_j paramètres à estimer sur l'échantillon de contrat, X_1, X_2, \dots, X_j représentent les variables explicatives du Rachat Partiel et la probabilité $\pi(\omega)$ se définit par : $\pi(\omega) = P[Y(\omega) = 1 / X(\omega)]$. C'est

la probabilité que la police connaisse au moins un Rachat Partiel entre 2013 et 2015 étant donné ses caractéristiques.

L'estimation des paramètres se fait avec la méthode du maximum de vraisemblance. Son principe consiste à déterminer en premier lieu les valeurs prises par $P(Y/X)$. Pour une police ω , on modélise la probabilité à l'aide de la loi de Bernoulli de paramètre $\pi(\omega)$. Ainsi on a :

$$P[Y(\omega) / X(\omega)] = \pi(\omega)^{y(\omega)} * (1 - \pi(\omega))^{(1-y(\omega))}$$

Ainsi, lorsque $y(\omega) = 1$ (Au moins un rachat partiel), $P[Y(\omega) = 1/X(\omega)] = \pi(\omega)$.

Et lorsque $y(\omega) = 0$ (pas de rachat partiel), $P[Y(\omega) = 0/X(\omega)] = 1 - \pi(\omega)$

La méthode du maximum de vraisemblance cherche le paramètre $\mathbf{a} = (a_0, a_1, \dots, a_j)$ de la régression logistique qui rend maximum la fonction de vraisemblance L définie par :

$$\ln L = \ln \left[\prod_{\omega} \pi(\omega)^{y(\omega)} * (1 - \pi(\omega))^{(1-y(\omega))} \right]$$

Après avoir trouvé la solution, donc construit un modèle de prédiction, nous chercherons à évaluer la fiabilité du modèle. Pour se faire, nous avons recours à des tests de significativité des coefficients estimés, à la Matrice de confusion du modèle, au pseudo R^2 , à l'indice de YODEN, au rapport de vraisemblance, au test de Hosmer-Lemeshow, à la Courbe ROC et au critère AUC. Tous ces procédés visant à évaluer la qualité du modèle sont développés en ANNEXE 2.

Les outils d'interprétation du modèle de régression logistique sont les signes des paramètres estimés et les Odd-Ratios (rapport de chance). Les rapports de chance permettent de mesurer l'intensité de la relation entre des variables aléatoires qualitatives et de comparer la probabilité de survenance d'un évènement dans deux populations différentes. Ils se calculent comme suit :

$$\frac{p / (1 - p)}{q / (1 - q)}$$

Où p est la probabilité qu'un évènement (par exemple le rachat partiel) arrive dans le groupe A et q dans le groupe B. Pour expliciter ce calcul considérons l'exemple ci-après.

		X		Total
		1	0	
Y	1	45	15	60
	0	5	35	40
Total		50	50	100

Soit Y la variable aléatoire binaire qui prend les valeurs suivantes : « rachat partiel dans l'année » ou « pas de rachat partiel dans l'année » que nous codifions en («1» et «0»).

Soit X la variable aléatoire binaire : « jeune » ; « âgé » que nous codifions en («1» et «0»).

Le rapport de chance est :

$$OR = \frac{\frac{P(Y = 1/X = 1)}{P(Y = 0/X = 1)}}{\frac{P(Y = 1/X = 0)}{P(Y = 0/X = 0)}}$$

Dans cet exemple, le calcul de l'Odds-Ratio est : **OR=21** ; cela signifie que le groupe « jeune » a environ 21 fois plus de chance de racheter son contrat que dans le groupe « âgé ». Lorsque OR = 1 il n'y a pas d'incidence de l'âge sur le rachat du contrat.

c) Sélection des variables explicatives

La sélection des variables passe par l'étude de l'influence des différentes variables caractéristiques de l'assuré et des polices sur le rachat partiel du contrat d'assurance. Cette étude est effectuée à l'aide de tests statistiques.

Nous analyserons la liaison entre la variable expliquée binaire (Rachat partiel) et les variables explicatives qualitative par les tests du **Chi2** et du **V de cramer**. Pour les variables quantitatives, nous sélectionnerons d'abord les variables par des tests de Kruskal WALLIS et ensuite nous supprimerons les risques de colinéarité, c'est-à-dire de corrélation entre variables explicatives quantitative qui perturberait notre modèle, par l'étude des corrélations. Les explications mathématiques des tests du Chi2, V de Cramer et de Kruskal WALLIS sont détaillés en **ANNEXE 2**.

❖ Lien entre variables Rachat Partiel et autres variables qualitatives :

Les résultats des tests sont les suivants :

Variables explicatives	P-Value à 5%	V de Cramers
Classes d'ancienneté des polices	0,000	0,2898
Rachat passé	0,000	0,6104
Statuts des polices	0,000	0,1215
Mode de Paiement prime	0,000	0,1175
Localité assurés	0,000	0,1146
Sexe Assuré	0,000	0,0828
Classe d'âge des assurés	0,000	0,0566
Périodicité Prime	0,000	0,0476
Classes de Produits	0,000	0,0432
Statut Intermédiaire	0,000	0,0419
Mois souscription	0,000	0,0270
Type intermédiaire	0,010	0,0188
Ancienneté intermédiaire	0,007	0,0015

On constate que les différentes variables ne sont pas en indépendances avec la variable rachat partiel. Seule la variable *Type intermédiaire* est indépendante de la variable rachat partiel

dans 1% des cas. Mais en termes d'intensité de la liaison, la variable *Classe d'ancienneté des polices* a une forte liaison fonctionnelle avec le fait de rachat partiel ou non. Nous choisissons de ne retenir que les variables dont le V de Cramer est supérieur à 5%.

❖ **Lien entre les variables quantitatives et la variable Rachat Partiel :**

Les résultats du test sont les suivantes :

Variables	Kruskal WALLIS	P-Value 5%
Nombre de rachat partiel	17 409,961	0,0001
Nombre de rachat partiel 2015	6 052,785	0,0001
Nombre de rachat partiel 2014	3 561,845	0,0001
Nombre de rachat partiel 2013	2 896,833	0,0001
Ancienneté de la police	1 956,868	0,0001
PM_last	113,427	0,0001
Age de l'assuré à la date d'effet	104,469	0,0001
Prime TTC	0,058	0,8095

Ce test permet de retenir pour notre modèle les variables quantitatives Nombre de Rachat Partiel, Nombre de rachat partiel 2015, Nombre de rachat partiel 2014, Nombre de rachat partiel 2013 et ancienneté de la police. Dans la suite, nous étudierons les corrélations entre variables quantitatives.

Par ailleurs, l'introduction du nombre de rachat partiel selon les années d'opération, nous permet de constater que la récence du dernier rachat partiel a une influence sur la probabilité de rachat partiel. Mais, il nous faut les résultats du modèle logit pour conclure sur le sens cette influence.

❖ **Etudes des corrélations entre variables explicatives quantitatives**

Cette étude se fait à travers le calcul des coefficients de corrélation entre variables quantitatives. Ce coefficient r est un nombre invariant en valeur absolue compris en 0 et 1. Si $|r| \approx 1$, alors il existe une forte corrélation linéaire entre les variables d'intérêt X et Y mais cela ne signifie en aucun cas qu'il existe une relation de cause à effet entre X et Y . Le calcul des coefficients de corrélation des différentes variables se présente comme suit :

	Ancienneté Police	Nombre RP 13 à 15	Nombre RP 2013	Nombre RP 2014	Nombre RP 2015
Ancienneté Police	1				
Nombre RP 13 à 15	-0,0424*	1			
Nombre RP 2013	-0,0099	0,6969*	1		
Nombre RP 2014	-0,0240*	0,7541*	0,3441*	1	
Nombre RP 2015	-0,05447*	0,7665*	0,2730*	0,3555*	1

Lorsque deux variables sont fortement corrélées, cela signifierait que les deux variables apporteraient la même qualité d'information dans la compréhension d'un phénomène. Ainsi, on pourrait ne retenir qu'une seule des deux variables.

Dans notre cas, il est naturel de constater que les variables nombres de rachat par année sont fortement corrélés avec la variable nombre de rachat sur toute la période. Nous choisissons de ne retenir pour la suite que la variable nombre de rachat pour une question de parcimonie dans le modèle. Ainsi, le test de Kruskal WALLIS et l'étude des corrélations nous permettent de retenir que la variable *Ancienneté Police et Nombre RP 2013 à 2015*.

d) Application et interprétations des résultats

❖ Estimation du modèle

L'estimation s'est faite en deux étapes. L'estimation du modèle sans discrétisation des variables à modalités, nous permet d'exclure la variable Mode de paiement qui est détectée comme n'influençant pas le Rachat Partiel sur les polices. Ensuite, nous avons procédé à une estimation où les variables qualitatives sont discrétisées selon leurs modalités en retenant la première modalité comme modalité de référence.

❖ Fiabilité de du modèle :

Avant d'en venir aux interprétations, évaluons d'abord l'efficacité de notre modèle (*voir ANNEXE 3 pour les résultats des tests*).

Le test global de rapport de vraisemblance nous permet de dire que le modèle de régression est bien spécifié et significatif.

La matrice de confusion et indicateurs d'efficacité du modèle estimé : En termes de performances le Tableau des indicateurs de performance en *ANNEXE 3*, nous montre que le modèle de régression logistique à une précision de prédiction des polices ayant fait l'objet de rachat partiel de **53,85%** et n'ayant pas fait de rachat partiel de **77,85%**. Nous avons un taux global de succès de prédiction avec notre modèle acceptable de **76,13%**. Une Spécificité (la proportion de bonne prédiction négative c'est à dire la probabilité de bon classement des polices n'ayant pas fait de rachat partiel **de 95,63%**) excellente. On conclut que notre modèle à un excellent pouvoir de détection des polices n'ayant pas fait l'objet de rachat que de polices ayant connus au moins un rachat partiel.

Test de Hosmer et Lemeshow : les résultats de ce test nous permet d'accepter le modèle. (*voir ANNEXE 2*)

ROC et Critère AUC : Le critère AUC=0,7625. D'après le tableau d'interprétation donné en ANNEXE 2, $0,7 \leq AUC < 0,8$ alors on a une discrimination acceptable.

En somme, les différents tests de validation du modèle sont concluants. Nous passons maintenant à l'interprétation des résultats.

❖ **Interprétation des résultats :**

Le **Tableau 3 en Annexe 3**, contient les valeurs des estimations des coefficients de la régression avec les variables retenues discrétisées par modalités. Il en ressort que les modalités sont toutes valides au sens de Wald, car leur P-values sont significatives au test de Wald.

Les outils d'interprétation du modèle logistique sont les signes des coefficients et les rapports de chance. L'équation de la régression estimée s'écrit comme suit :

$\text{Log}(P/1-P) = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + b_3 * X_3 + b_4 * X_4$ où P est la probabilité qu'une police considéré enregistre au moins un rachat partiel sur la période 2013 à 2015.

Les coefficients estimés indiquent de combien variera (à la hausse ou à la baisse selon le signe des coefficients) le **Log** du rapport de chance de rachat partiel, lorsque la variable explicative considérée augmente d'une unité toute chose étant égale par ailleurs, c'est-à-dire l'ensemble des autres variables explicatives restant inchangées.

Il faut noter que l'estimation avec les variables par modalité est donnée en fonction d'une modalité de référence, par défaut c'est la première modalité qui est retenue comme modalité de référence. Par exemple dans le cas du sexe de l'assuré, la modalité de référence est « Féminin ». Les signes des coefficients estimés (*voir Tableau 3 en ANNEXE 3*), nous permettent donc d'apprécier l'influence de chaque modalité des variables explicatives sur la probabilité de rachat partiel sur une police donnée par rapport à la modalité de référence retenue. Mais l'intensité de son influence se mesure à travers les rapports de chances (ou Odds-Ratios). Ainsi donc :

→ pour **Classe âge des polices** : toutes les modalités en dehors de « Moins de 2ans » influent positivement sur la probabilité de rachat partiel par rapport à cette dernière.

→ pour **Localité** : toutes les autres localités influent positivement sur la probabilité de rachat partiel par rapport à la modalité « Ouagadougou ».

→ pour **Statut des polices** : la modalité « Dormante » influe négativement sur la probabilité de rachat partiel par rapport à la modalité « Inactive ». Tandis que la modalité « Active » influe positivement sur la probabilité de rachat partiel par rapport à la modalité « Inactive ».

→ pour **Sexe Assuré** : être de sexe « Masculin » influe positivement sur la probabilité de rachat partiel par rapport à la modalité « Féminin ».

→ pour *classe d'âge des assurés* : en dehors de la modalité « 51ans et plus », toutes les autres modalités (hors mis « Moins de 25ans ») influent négativement sur la probabilité de rachat partiel par rapport à la modalité de référence « Moins de 25ans ».

Dans le cas de la seule variable quantitative (Age de la police), C'est l'exponentiel de son coefficient qui est interprétable en terme d'élasticité, c'est-à-dire de variation marginale de la probabilité suite à une variation d'une unité d'âge.

Nous proposons ici l'interprétation en termes de rapport de chances (Odds-ratios) (voir le tableau de l'estimation des Odds-ratios en annexe). Les Odds-ratios des modalités influençant la probabilité de rachat à la hausse sont supérieurs à 1, sinon inférieurs à 1.

❖ Odds-Ratios Classes d'âge des polices

	Rapport de chances
« De 2ans à 5ans » VS « Moins de 2ans »	34,0320
« De 6ans à 9ans » VS « Moins de 2ans »	56,5460
« 10 ans et plus » VS « Moins de 2ans »	39,1220

Plus la police prend de l'âge dans le portefeuille et plus la probabilité de racheter partiellement cette police augmente. Ainsi, les polices comprises entre 2ans et 5ans ont 34 fois plus de chance de connaître un rachat partiel par rapport aux polices de moins de 2ans.

❖ Odds-Ratios Statut des polices

	Rapport de chances
« Dormante » VS « Inactive »	0,3544
« Active » VS « Inactive »	1,8620

Le statut de police dormante décourage le rachat partiel par rapport au statut de police inactive. Par contre les polices actives ont environ 2 fois plus de chance d'être rachetées que les polices inactives.

❖ Odds-Ratios Sexe de l'Assuré

	Rapport de chances
« Masculin » VS « Féminin »	1,4609

Dans le portefeuille étudié, les hommes ont environ une fois et demie plus de chance de racheter partiellement leur police que les femmes.

❖ Odds-Ratios Classe d'âge des assurés

	Rapport de chances
« De 26ans à 30ans » VS « Jusqu'à 25ans »	0,7633
« De 31ans à 35ans » VS « Jusqu'à 25ans »	0,6302
« De 36ans à 40ans » VS « Jusqu'à 25ans »	0,5741
« De 41ans à 45ans » VS « Jusqu'à 25ans »	0,6051
« De 46ans à 50ans » VS « Jusqu'à 25ans »	0,5537
« 51ans et plus » VS « Jusqu'à 25ans »	1,7214

Par rapport aux assurés d'âge inférieur ou égal à 25ans, les assurés d'âges supérieurs ont tendance à moins racheter leurs contrats, à l'exception des assurés de 51ans et plus. Ces derniers ont environ 2 fois plus de chance de racheter partiellement leur contrat que les assurés d'âge inférieur à 25ans.

❖ Odds-Ratios Localité des assurés

L'influence sur le rachat partiel de la localité de l'assuré est donnée en fonction des chances de rachat sur les contrats des assurés de Ouagadougou. On constate que les assurés des autres localités que Ouagadougou ont au moins une fois plus de chance de racheter partiellement leur contrat que les assurés de Ouagadougou. A contrario, on dira qu'être à Ouagadougou diminue les chances d'effectuer un rachat partiel que d'être dans une autre localité. Les assurés de Ouagadougou, font donc moins de retrait partiel sur leur compte police d'épargne.

	Rapport de chances
« Bobo » VS « Ouagadougou »	1,3116
« Boucle du Mouhoun » VS « Ouagadougou »	1,5839
« Cascades » VS « Ouagadougou »	1,7737
« Centre Est » VS « Ouagadougou »	1,5577
« Centre Nord » VS « Ouagadougou »	1,6180
« Centre Ouest » VS « Ouagadougou »	1,6937
« Centre Sud » VS « Ouagadougou »	1,3385
« Est » VS « Ouagadougou »	1,8426
« Haut Bassin » VS « Ouagadougou »	1,5386
« Nord » VS « Ouagadougou »	1,6775
« Plateau Central » VS « Ouagadougou »	1,7716
« Sahel » VS « Ouagadougou »	1,5471
« Sud-Ouest » VS « Ouagadougou »	1,4924
« Autres » VS « Ouagadougou »	1,6191

❖ **Variable quantitative âge de la police**

$$e^{\beta_{AgePolice}} = 1,0827$$

On dira que lorsque l'âge d'une police augmente d'une unité (d'un an), alors elle a **1,0827** fois plus de chance de connaître un rachat partiel. Autrement dit, une police plus vieille d'un an a plus d'une chance qu'on y effectue un rachat partiel. Ceci est en accord avec les résultats de la variable classe d'âge des polices.

2.2.2 Le modèle de régression Binomial Négatif

a) Présentation

Le modèle de régression Binomial négatif fait partie de la famille des modèles de comptage. Ce type de modèle est approprié pour analyser une variable d'intérêt (*soit* $Y \in \mathbb{N}$) qui est une variable de comptage. Y est dit variable de comptage (*count data*) si elle désigne le nombre de fois qu'un évènement survient.

Dans cette étude, nous nous intéressons au nombre de rachat partiel annuel par police, que nous modéliserons avec des variables explicatives caractéristiques des assurés et des polices.

Ce modèle diffère quelque peu du modèle logit du fait qu'on peut interpréter ses résultats en utilisant aussi bien les signes des coefficients estimés que les coefficients obtenus. Les incidences sur le nombre de rachat peuvent s'observer tant en variation, en pourcentage qu'en effet marginal.

b) Formulation mathématique sommaire

Comme évoqué plus haut, le modèle de régression Binomial Négatif est un modèle de comptage particulier qui permet de résoudre le problème de la sur-dispersion¹⁷ (*over dispersion*) souvent rencontré dans la régression d'un modèle de poisson (modèle standard de modélisation des variables de comptage). La variable dépendante ou expliquée (*soit* Y) est la variable aléatoire qui désigne le nombre de rachat annuel par police.

L'estimation du modèle de régression binomial négatif peut être faite par la méthode du maximum de vraisemblance. L'équation de la fonction de vraisemblance est la suivante :

$$L(\beta \setminus y, x) = \prod_{i=1}^N \text{Prob}(y_i/x_i) = \prod_{i=1}^N \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{y_i! \Gamma(\alpha^{-1})} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu_i}{\alpha^{-1} + \mu_i} \right)^{y_i}$$

Après l'estimation, on passe à la vérification de l'hypothèse de sur-dispersion par le test d'hypothèse $H_0 : \alpha = 0$, cas dans lequel le modèle serait plutôt un modèle de Poisson qu'un Binomial Négatif.

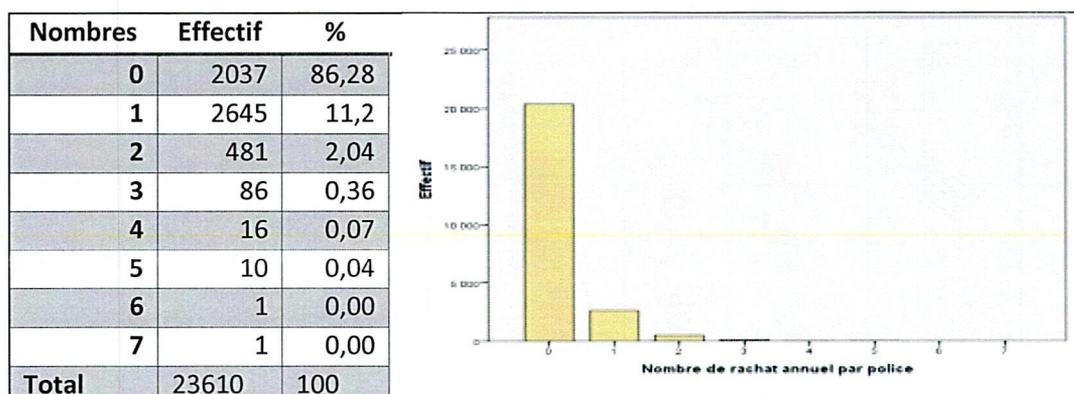
¹⁷ La variance de la distribution de poisson est supérieure à sa moyenne. Cette situation est due à l'hétérogénéité des observations.

c) Application et interprétations des résultats

L'objet de ce modèle est de construire un modèle de prévision du nombre annuel de rachat partiel par police. Dans cette optique, nous étudierons le modèle sur la durée d'un exercice afin qu'il puisse servir à la prévision des montants des rachats partiels annuels des polices. En effet le nombre annuel prévisionnel associé au montant moyen de rachat permet d'avoir une idée sur les disponibilités de trésorerie à avoir en permanence pour parer aux éventuels rachats partiels. Nous conduisons donc notre estimation sur le portefeuille de polices actives au début de l'exercice 2014. Dans cette modélisation nous procéderons à la sélection des variables explicatives par apprentissage à l'aide des tests de significativité de Wald post estimation.

La **Figure 5** ci-dessous nous permet d'observer la structure de la variable modélisée. Cette structure, nous oriente de comparer les résultats d'un modèle ZINB¹⁸ (Binomial négatif avec inflation de zéro) avec le modèle Binomial négative. Dans le cheminement, nous estimons d'abord le modèle de poisson afin de tester l'hypothèse de la présence de sur-dispersion. Par la suite, nous estimons le modèle binomial négative puis le modèle ZINB. Enfin, à l'aide des outils de comparaison statistique, nous opérons un choix entre les deux modèles pour ne retenir que le modèle le plus significatif.

Figure 5: Structure du nombre de rachat partiel annuel par police en 2014



❖ Résultats et commentaires des modèles binomial et ZINB

Le résultat du test (*voir en ANNEXE 4*) de sur-dispersion après estimation du modèle de poisson conclut à la présence de sur-dispersion. Nous optons donc pour un modèle binomial négatif. Nous mettons en œuvre le modèle binomial négatif et le modèle ZINB afin de procéder à un choix entre les deux basé sur des critères statistiques.

La comparaison se fait en termes de pouvoir de prédiction et en termes de quantité d'information statistique (*voir en ANNEXE 4*). Sur le premier critère, les deux modèles sont

¹⁸ ZINB : Zéro Inflated Binomial Negative. C'est le modèle binomial en présence d'un trop grand nombre de zéro.

équivalents, c'est-à-dire qu'ils donnent des résultats qualitativement semblables. Mais en termes d'information statistique, on retiendra le modèle Zero inflated Binomial négatif qui minimise les deux critères d'information statistique et qui est également préféré par le test statistique de Vuong au modèle Binomial négatif simple.

Les résultats du modèle ZINB se composent de deux parties. La première partie concerne le modèle de comptage du nombre de rachat partiel annuel par police, *Tableau 10* ci-dessous et la deuxième partie (inflation, inflation de zéros) correspond à la régression logistique de la présence ou non de Rachat partiel (*Tableau 5 en ANNEXE 4*).

Tableau 10: Résultats de la modélisation ZINB (modèle de comptage)

VARIABLES	Coefficients	Expo(coeff.)	Erreur Type	z-Statistique
Constant	-1.956***	0,141	0.138	(-14.227)
PM au 31/12/2013	-0.000***	1,000	0.000	(-10.858)
Ancienneté du contrat	0.062***	1,064	0.006	(10.404)
Age assuré à la Date d'effet	-0.012***	0,988	0.003	(-4.149)
Statut des polices (Police Inactive)				
Polices Dormantes	-1.081***	0,339	0.085	(-12.747)
Polices Actives	0.567***	1,763	0.066	(8.613)
Sexe de l'Assuré (Masculin)				
Féminin	0.470***	1,600	0.047	(10.070)
Localité de l'assuré (OUAGA)				
BOBO	0.163**	1,177	0.065	(2.512)
BOUCLE DU MOUHOUN	0.158**	1,171	0.077	(2.044)
CASCADES	0.458***	1,581	0.113	(4.056)
CENTRE EST	0.156*	1,169	0.087	(1.783)
CENTRE NORD	0.309***	1,362	0.086	(3.611)
CENTRE OUEST	0.435***	1,545	0.080	(5.470)
CENTRE SUD	0.271***	1,311	0.100	(2.709)
EST	0.320***	1,377	0.106	(3.027)
HAUTS BASSINS	0.055	1,057	0.141	(0.390)
NORD	0.149	1,161	0.095	(1.565)
PLATEAU CENTRAL	0.318**	1,374	0.126	(2.528)
SAHEL	0.176**	1,192	0.082	(2.156)
SUD OUEST	0.289**	1,335	0.127	(2.284)
AUTRES	0.238***	1,269	0.050	(4.723)
Observations	23610			

*** P-value<0,01 ** p<0,05 * p<0,1

Dans la première partie, à l'observation des signes des coefficients on dira que le nombre probable de Rachat Partiel Annuel par Police (RPAP) augmente avec l'âge de la police, et diminue avec l'âge de l'assuré et le niveau de la PM d'ouverture du contrat (quoique très

faiblement pour la PM d'ouverture). Plus précisément, le nombre probable de RPAP évolue (augmente ou diminue) d'un facteur multiplicatif, l'exponentiel du coefficient estimé, pour chaque augmentation d'une unité du facteur prédictif correspondant.

Pour les variables à modalités, l'exponentiel des coefficients estimés correspond à une évolution du nombre probable de RPAP lorsque la police est caractérisée par une modalité par rapport à la modalité de référence (précisée entre parenthèses). Ainsi par exemple, le nombre probable de RPAP augmente d'un facteur multiplicatif de 1,064 par année supplémentaire d'ancienneté de la police, et de 0,988 (donc diminution) par année supplémentaire d'âge de l'assuré à la date d'effet de la police. Pour une variable à modalité comme le *Sexe de l'assuré*, on dira que le nombre probable de RPAP « Féminin » augmente d'un facteur multiplicatif de 1,6 par rapport à celui « Masculin ». Pour *Localité*, on dira qu'être un assuré de Bobo, augmente le nombre probable de RPAP d'un facteur multiplicatif de 1,177 par rapport à un assuré de Ouagadougou.

Les effets marginaux des variables à modalités et les élasticités des variables quantitatives sont donnés aux *Tableaux 3 et 3bis en ANNEXE 4*. Les effets marginaux (*Tableau 3*) calculés pour chaque modalité représentent la variation du nombre probable de RPAP lorsque la police prend la modalité correspondante par rapport à la modalité de référence (la modalité omise). Ainsi, le nombre RPAP diminue de 0,12 lorsque la police est « dormantes » par rapport à lorsqu'elle est inactive, toutes les autres modalités étant inchangées (ou toutes choses étant égales par ailleurs). Mais le *Tableau 3bis* donne les effets marginaux pour chaque modalité.

Pour les variables quantitatives, les élasticités représentent le pourcentage de variation relative du nombre probable de RPAP lorsque qu'une des variables varie de 1%. Ainsi, lorsque l'âge de la police augmente de 1%, le nombre probable de RPAP augmente de 2%. Ces différentes variations relatives sont significatives et peuvent être utilisées dans le cadre d'une prévision du nombre de RPAP sur une police donnée (*voir Tableau 4 ANNEXE 4*).

CHAPITRE II : APPLICATION A UN PRODUIT DE TYPE DECES: Contrat Décès Emprunteurs.

Le contrat décès emprunteur fait partie de la gamme des produits vie traditionnels les plus distribués sur notre marché avec exactement les mêmes types de garanties. C'est un produit qui met en présence trois acteurs : l'assureur, l'organisme prêteur (bénéficiaire) et l'assuré. Il permet de garantir l'organisme prêteur contre le risque de décès et ou l'invalidité absolue et définitive ainsi que les risques de perte d'emploi atteignant ses clients bénéficiaires de prêts ou de découvert.

La prime d'un contrat TD emprunteur peut être unique ou fractionnée. Aussi, il existe deux types, les TD emprunteur à capital variable et les TD emprunteur à capital constant (couverture spécifique dans le cas des emprunts à remboursement in finé). Dans le premier, l'assureur versera le capital restant dû à la date du décès au profit de l'organisme prêteur et dans le second cas, l'assureur est redevable de la totalité du capital emprunté en cas de décès de l'assuré avant remboursement intégral.

Section1 : Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit Décès emprunteur et méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA

1.1 Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit Décès Emprunteur

1.1.1 Contraintes de gestion technique et commerciale :

Dans les contrats Décès emprunteur (cas particulier de contrat temporaire décès), les deux techniques de gestion en assurance se combinent de manière complémentaire : il s'agit de la capitalisation et de la répartition. En effet, non seulement l'assureur doit constituer des provisions mathématiques sur la base de la différence des valeurs actuelles probables (VAP) des engagements réciproques à la date de calcul, mais encore il a recours à la mutualisation des risques afin de pouvoir payer les capitaux prévus.

Cette particularité par rapport au produit de type Epargne-retraite ou de retraite complémentaire, engendre des contraintes de gestion spécifique pour l'assureur. Le tableau ci-dessous en donne la substance.

Tableau 11: Contraintes de gestion technique et commerciale inhérentes au produit TD Emprunteur

Contraintes de gestion applicables	Observations
Règles concernant la gestion du revenu	
Taux plafond et table de mortalité (Article 338)	Il est impératif de tarifier ce type de contrat en utilisant un taux technique plafond de 3,5% et la table de mortalité CIMA-H.
Règles concernant la gestion du capital	
Droits renoncement et remboursement anticipé	Le code impose la possibilité de renoncement après paiement de la première prime dans les 30 jours suivants. Il est aussi possible qu'il y est un remboursement anticipé donnant lieu au remboursement de la fraction de prime non courue.
De la rédaction du contrat	Il s'agit des mentions obligatoires et de la forme de rédaction contenue dans les articles 62, 63 et 64 du code CIMA.
Du réseau de distribution	Article 503 du code CIMA autorise la présentation d'opération de décès emprunteur au guichet des organismes financiers sous condition que l'intermédiaire dispose d'une carte professionnelle.
Règles prudentielles techniques	
Provision Mathématique	Différence à la date de calcul des VAP des engagements réciproques. Il est calculé au taux technique et d'après la table de mortalité CIMA-H.
Les risques technique et commercial (les risques majeurs)	
Risque de mortalité	Risque lié à l'aléa sur la durée de vie des assurés.
Risque d'incapacité/invalidité	Risque que plus de souscripteurs qu'anticipé développent une incapacité/invalidité au cours du contrat.
Le risque de comportement	C'est le risque de sélection adverse en raison d'information cachée par l'assuré. Les différents examens et questionnaires soumis à l'assuré en minimise son incidence sans toutefois l'éliminer.
Risque de dépense ou risque associé aux frais	Il s'agit de l'insuffisance éventuelle des chargements de gestion pour couvrir les frais réels. C'est l'objet de la provision de gestion évoquée plus haut.
Les risques catastrophes vie	Il s'agit d'évènement entraînant un surcroit de mortalité dans le portefeuille et rendant donc exigibles les engagements.
Risque de diversification (plus précisément d'insuffisance de diversification)	Le principe de mutualisation exige un nombre suffisant d'assuré de caractéristiques (âge, sexe, profession, CSP, ...) diversifiées.
Risques de pratiques commerciales ou de places inappropriées	Il s'agit principalement de la sous-tarification. La concurrence par les prix n'est pas admise en assurance vie.
Risques contreparties commerciales/activités externalisée (risque partenaire-organisme)	Ce risque est lié à la qualité et au sérieux des organismes partenaires dans la sélection, la déclaration des sinistres et le versement des primes collectées.

1.1.2 Contraintes de gestion financières

Le décès emprunteur est un produit purement assurantiel. A ce titre, il ne génère que peu de contraintes de gestion financières pour l'entreprise d'assurance. En effet, l'aspect mutualisation de ces contrats est prépondérant. Toutefois, les primes collectées doivent faire l'objet de placements soumis aux mêmes exigences que pour tous les produits commercialisés par les assureurs vie (à l'exception du cas particulier des contrats à taux majorés et des contrats en unités de compte).

Tableau 12: Contraintes de gestion financière inhérentes au produit TD Emprunteur

Contraintes de gestion applicables	Observations
Règlementation des placements et autres éléments d'actifs	
Principe de couverture des engagements réglementés	Article 335 : « les engagements réglementés tels que définis à l'article 334 doivent, à toute époque, être représentés par des actifs équivalents, placés et localisés sur le territoire de l'Etat membre sur lequel les risques ont été souscrits ».
Principes de Congruence actif/passif et de localisation	Les primes dans les contrats Décès emprunteur sont en FCFA, conséquence les placements doivent se faire en FCFA, au Burkina Faso et dans les autres pays de la zone CIMA à 50% au plus.
Actifs/Placements admis en représentation	Strict respect de l'article 335-1 dans le choix des véhicules de placement (limitation).
Règle de dispersion	Limitation à 5% par émetteur avec dérogations (Art. 335-4)
Evaluation des placements	Evaluations prudentes conformément aux Art. 335-11 et Art. 335-12 nouveau.
Délais de paiement des prestations	Délai d'un mois en cas de décès, et de 15 jours pour les autres causes dès constitution du dossier de réclamation (Art. 74)
Règlementation de la Solvabilité des sociétés d'assurance vie	
Marge de solvabilité positive	Article 337 : Principe de solvabilité Article 337-1 : Eléments constitutifs de la marge Article 337-3 : Modalité de calcul du minimum de marge de solvabilité

1.2 Méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA

Comme précédemment évoqué dans le cadre du produit ERA, les outils de 3^{ème} génération applicables sont limités dans leur caractère pratique pour les entreprises de l'espace CIMA.

Les outils de première génération, fort simples se trouvent quelque peu limités pour les produits avec un risque décès en particulier pour ce qui est de la projection des flux du passif. En effet c'est le décès qui occasionne les flux passif. Ainsi, se baser sur les taux de décès passés pour faire des projections serait un peu trop simpliste. On pourrait donc recourir à une modélisation du décès de notre portefeuille en vue d'une projection un peu plus rigoureuse du passif. On aura donc une combinaison entre outils de première génération et de 2^{ème} génération.

Les limites relevées plus haut sur la mise en œuvre des outils de 2^{ème} génération, notamment dans le cadre du caractère réaliste des hypothèses sur l'actif sont encore d'actualité pour le produit TD emprunteur.

Section 2 : Facteurs explicatifs de la sinistralité du produit

Décès emprunteur

Le portefeuille de Temporaire Décès Emprunteur soumis à notre analyse est constitué des contrats de date d'effet 2003 à 2015 encore en vigueur au début de l'année 2013. Et les observations des mortalités sont effectuées sur les périodes 2013 au 31 Août 2016. Nous nous intéressons donc aux sinistres de ce portefeuille dans notre modélisation.

2.1 Analyse descriptive de la sinistralité du portefeuille

Notre portefeuille d'étude au début 2013 est composé de 114 327 polices toujours en vigueur et de date d'effet comprise entre 2003 et 2013. En 2014, l'effectif du portefeuille passe à 138 919 polices après les sorties (terme, résiliation, annulation et décès) de 2013 et les nouvelles souscriptions de 2014. En 2015, il était de 148 845 et passe à 113 171 polices en 2016 (les nouvelles souscriptions 2016 n'étant pas prises en compte).

Sur ces portefeuilles, nous observons 190 décès en 2013, 110 décès en 2014, 203 décès en 2015 et enfin 152 cas de décès jusqu'à fin Août 2016. Soit un total 655 décès sur les 4 années d'observation. Signalons que le traitement des données a détecté des cas de décès qui n'ont pas été pris en compte pour raison d'erreur de saisie sur les dates (date de naissance, d'effet ou de déclaration) ou ne concernant pas la période d'étude. Toutefois ces cas peu nombreux n'altèrent pas du tout la qualité des analyses qui suivront.

2.1.1 Analyse de la durée de vie des contrats et du retard de déclaration

Les contrats TD emprunteur sinistrés concernent des polices réalisées avec 16 organismes partenaires différents que nous nommons Part.1 à Part.16.

Dans une analyse globale, la durée de vie moyenne des contrats TD emprunteur avant le décès est d'environ 15 mois (14,71). C'est-à-dire que sur les 655 cas de décès, la durée moyenne de la date d'effet au décès de l'assuré est 1an 3 mois, avec 24 décès enregistrés dans le mois de la date d'effet de la police, 62 cas de décès avant le 5^{ème} mois et 64 cas entre le 5^{ème} mois et le 10^{ème} mois après la date d'effet. Le croisement entre durée de vie après la prise d'effet et le retard des déclarations (*Tableau 13*) montre que 500 cas de décès sur les 655 (76,34%) sont déclarés avec un retard de moins de 19 mois (1an 7 mois) à la société d'assurance. Aussi 81,07% des cas de décès concernent les assurés de polices de moins de 2ans d'âge à partir de la date d'effet, et plus de la moitié des cas de sinistre sont des polices

d'âge à partir de la date d'effet de plus ou moins d'un an. Ces derniers taux laissent un soupçon d'anti sélection à la souscription.

Tableau 13: Croisement entre Durée de vie après prise d'effet de la police et Retard de déclaration des décès.

		Durée de vie du contrat (Mois)												
		0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total
Retard de déclaration (Mois)	0-9	62	64	47	24	41	23	12	10	4	6	3	3	299
	10-19	44	48	22	27	18	17	13	5	3	2		2	201
	20-29	14	15	12	11	5	3	3	1	1				65
	30-39	2	6	5	5	1	7							26
	40-49	2	5	9	8	7	2	1	1					35
	50-59	5	1	7	2	2								17
	60-69		1			1	1							3
	70-79	2	2	2	2				1					9
Total	131	142	104	79	75	53	29	18	8	8	3	5	655	

L'analyse des statistiques selon l'organisme bénéficiaire ou partenaire illustrée par le **Tableau 14**, nous donnent les partenaires dont les assurés enregistrent le plus de sinistres, avec les durées de vie des polices de la date d'effet au décès les plus faibles.

Tableau 14: Durées de vie de la date d'effet au décès des assurés par organisme partenaire

Bénéficiaires	Nombre de décès					Durée de vie des contrats (en mois)			
	2013	2014	2015	2016	Total	Moyenne	Minimum	Médiane	Maximum
Part.1	0	0	0	1	1	7	7	7	7
Part.2	4	10	14	2	30	21,83	0	21,5	58
Part.3	0	1	3	2	6	21,33	5	22,5	39
Part.4	3	4	3	0	10	23,30	3	25	42
Part.5	40	40	55	55	190	13,07	0	9	60
Part.6	4	1	0	0	5	14	2	13	30
Part.7	2	0	0	0	2	26	7	26	45
Part.8	48	36	39	54	177	15,40	0	13	54
Part.9	2	0	0	0	2	5	5	5	5
Part.10	0	0	3	2	5	13,40	1	9	39
Part.11	0	0	1	0	1	15	15	15	15
Part.12	1	0	1	0	2	21,50	1	21,5	42
Part.13	1	0	1	0	2	8	5	8	11
Part.14	80	17	76	34	207	14,21	0	13	45
Part.15	3	1	7	1	12	12,25	1	11	31
Part.16	2	0	0	1	3	13	2	17	20
Total	190	110	203	152	655	14,71	0	12	60

Il s'agit (dans l'ordre de gravité décroissant) du Part.14, Part.8 et du Part.5. Ces trois totalisent ensemble 87,63% des sinistres sur les 4 années d'observation. Une analyse

comparée avec le chiffre d'affaire apporté par chacun de ces partenaires permettrait d'évaluer la rentabilité du partenariat. Mais malheureusement les données disponibles ne permettent pas cette analyse.

En termes d'âge des polices de la date d'effet au décès de l'assuré, la plus faible durée est de 0 (cas de décès dans l'année d'effet du contrat) et le maximum est de 60 mois (5 ans). Part.14, Part.8 et Part.5 ont des âges moyens de plus ou moins un an et au minimum de 0 mois.

L'analyse par rapport au retard de déclaration montre que le retard maximum est plus de 5ans enregistré par Part.14 et en termes de moyenne le minimum est de 2 mois. Part.14, Part.8 et Part.5 ont ici encore des retards moyens de déclaration parmi les plus élevés (plus de 2ans, près d'un an et 10 mois environ).

2.1.2 Analyse des rapports sinistres à primes (S/P) des contrats par cohorte de date d'effet

L'analyse dans cette section concerne la sinistralité (ou rentabilité) des contrats TD emprunteur par cohorte de date d'effet pour les contrats encore en vigueur au début de l'année 2013 (*Tableau 15*).

La colonne nombre de polices donne les polices encore en vigueur et nombre de sinistres, les sinistres observés sur ces polices durant les 4 années d'observation de notre analyse. Aussi, les montants de prime et de sinistres donnés concernent exactement les mêmes polices encore en vigueur (ou exposition) par année d'effet.

L'analyse des rapports de sinistres à primes (S/P) nous montre que les contrats résiduels de chaque cohorte sont rentables avec un S/P maximal de 29,91% pour la cohorte 2007 et un minimum pour la cohorte 2003 de 0,32%.

L'observation de la colonne nombre de police, nous renseigne que plus de 10 ans après, le nombre de contrats TD emprunteur encore sous risque est faible. C'est-à-dire que les organismes partenaires font moins de prêt de plus de 10 ans ou bien que la société d'assurance garantit moins d'assurés pour des échéances de remboursement supérieur ou égale à 10 ans. Mais, il est aussi possible que le faible nombre résiduel soit le fait de remboursements anticipés des assurés.

Tableau 15: Analyse de la sinistralité par cohorte d'année d'effet

Année d'effet	Nombre Polices	Nombre Sinistres	Somme de Prime TTC	Montant Sinistre	S/P
2003	32	1	14 615 323	47 412	0,32%
2004	35	1	11 698 589	365 580	3,12%
2005	33	5	13 196 647	2 013 408	15,26%
2006	42	9	44 801 122	4 032 791	9,00%
2007	185	24	52 496 840	15 701 837	29,91%
2008	1 967	21	145 433 305	16 938 799	11,65%
2009	6 097	30	326 408 244	27 831 167	8,53%
2010	12637	63	449 382 002	72 811 489	16,20%
2011	16 914	86	532 163 143	115 020 297	21,61%
2012	34 552	151	1 153 822 614	208 637 896	18,08%
2013	41 833	116	1 271 123 192	182 631 520	14,37%
2014	46 915	121	1 355 220 030	277 918 381	20,51%
2015	35 553	27	990 263 441	53 647 498	5,42%
Total	196 795	655	6 360 624 492	977 598 075	15,37%

2.1.3 Analyse des taux bruts de mortalité par âge

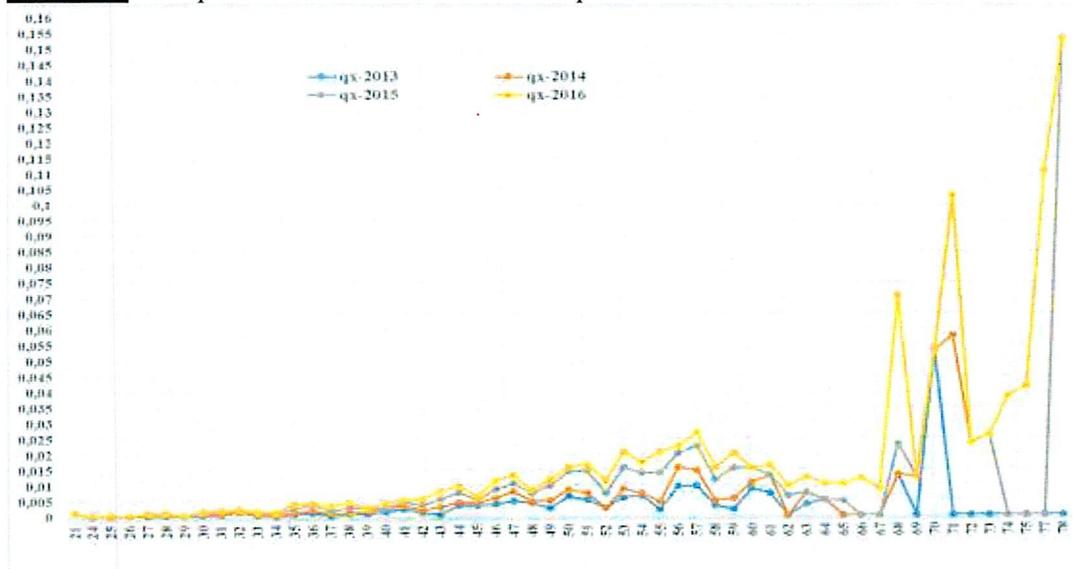
Le taux de mortalité analysé dans cette section a été calculé à chaque année d'observation (de 2013 à 2016) en rapportant le nombre de décès par âge de décès à la demi somme aux années d'observation t et $t + 1$ des effectifs de polices encore en vigueur ou sous risque pour les assurés du même âge. Ainsi, le taux de mortalité ${}_t m_x$ sur entre l'âge x et $x + t$ est donné par le nombre de décès ramené à l'effectif moyen :

$${}_t m_x = \frac{{}_t m_x}{({}_t l_x + {}_{t+1} l_x)/2}$$

Le taux moyen sur toute la période d'observation est donné par la moyenne arithmétique simple. Mais comme à chaque année d'observation il y'a des âges qui n'enregistrent pas de décès, nous avons calculé cette moyenne en excluant les données manquantes. Par exemple pour l'âge 21 ans, nous n'avons observé qu'un seul décès en 2013 et pour l'âge 29 ans, deux décès observés en 2013 et 2016. Les moyennes calculées sont, pour l'âge 21ans, égale au taux de 2013 et pour l'âge 29ans, à la somme des deux taux divisée par deux.

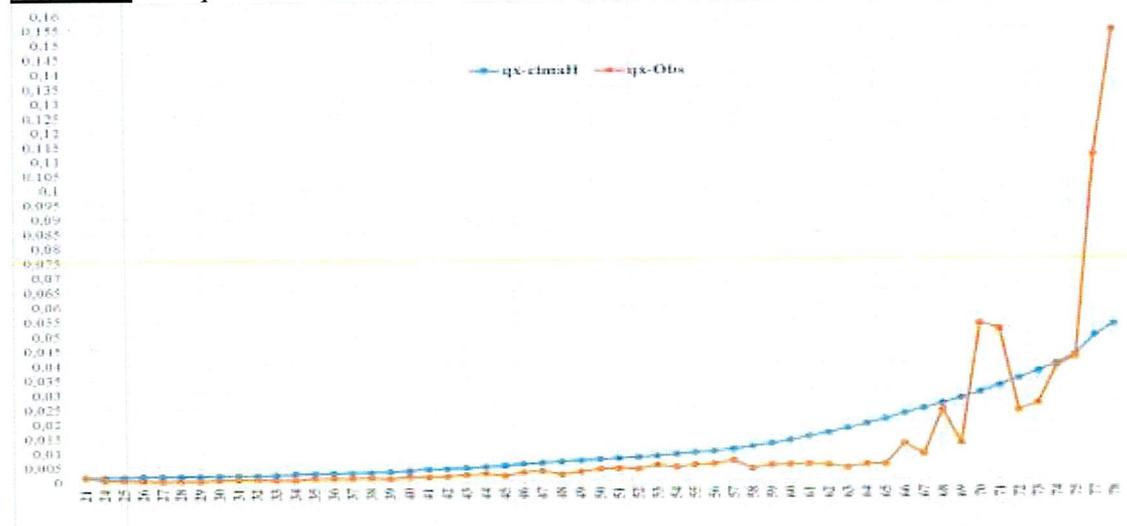
La **Figure 9** ci-dessous, nous permet de faire une analyse comparée des taux de mortalité observés entre 2013 et 2016. On constate une aggravation continue de la mortalité d'année en année, car les courbes des années suivantes sont au-dessus des précédentes. Cela dénote d'une possible dégradation continue de la sélection des risques dans la société. On constate aussi une aggravation de la mortalité avec l'âge : la mortalité atteint un premier pic entre 56 et 57 ans, puis chute jusqu'à un minimum relatif autour de 65 et 67ans. Mais à partir 68ans, le taux de mortalité devient volatile.

Figure 6: Comparaison des taux de mortalité par année d'observation



La **Figure 10** ci-dessous, nous montre que le taux de mortalité de notre portefeuille est inférieur au taux de tarification CIMA-H. Ainsi, la compagnie réalise des bénéfices de mortalité sur pratiquement tous les âges d'assurés en temporaire décès emprunteur, sauf aux âges 70, 71, 77 et 78 ans où la société enregistre des taux plus élevés que les taux de la table réglementaire CIMA-H.

Figure 7: Comparaison taux de mortalité observé et taux CIMA-H



2.2 Modélisation et prévision de la mortalité du portefeuille de contrat Temporaire Décès Emprunteur

2.2.1 Présentation du choix de modèle

La modélisation de la mortalité a fait et continue de faire l'objet de plusieurs recherches dans le monde des actuaires, démographes et statisticiens. De nombreux modèles ont été proposés depuis la loi de la mortalité de Gompertz¹⁹ en 1825.

Le choix des modèles dépend bien sûr de l'objectif de l'étude et de la disponibilité des données. Un autre critère important concerne l'interprétabilité des paramètres. L'objectif de notre modélisation est la construction d'un modèle d'ajustement de la mortalité observée de notre portefeuille de contrat Temporaire Décès Emprunteur (TDE) dans le but de faire des projections pouvant servir à la gestion Actif-Passif. A ce titre plusieurs méthodes de projection existent. Pour des prévisions à long terme, des méthodes de séries chronologiques extrapolatives sont généralement utilisées, nécessitant de longues séries de données. Dans cette étude, nous faisons une observation sur seulement trois années et nous avons le souci de la simplicité afin de favoriser son adoption par les utilisateurs. Ainsi, nous avons choisi de modéliser la mortalité du portefeuille par un modèle simple qui est celui de Brass.

Le modèle de Brass (1971) définit la mortalité en fonction d'une table de référence, où la relation est le Logit-linéaire. Cette relation permet à partir d'un nombre très restreint de paramètres (seulement deux) de capter le lien entre deux populations et ainsi de répercuter la tendance dans le temps de la population de référence sur la population modélisée. Elle est aussi utile pour obtenir des projections. La formule est la suivante :

$$\text{Ln} \left(\frac{q_x^{\text{obs}}}{1 - q_x^{\text{obs}}} \right) = \alpha \cdot \text{Ln} \left(\frac{q_x^{\text{ref}}}{1 - q_x^{\text{ref}}} \right) + \beta$$

Les paramètres α et β sont des constantes, q_x^{obs} et q_x^{ref} sont respectivement la probabilité de décès observée dans notre portefeuille aux années 2013 à 2016 et de la table de mortalité de référence à l'âge x . La table de mortalité de référence est la table de mortalité CIMA-H.

L'utilisation de la fonction logistique dans un contexte de temporaire décès introduit un risque de sous-estimation de la mortalité. En effet, la fonction logistique est concave sur l'intervalle]0 ; 0,5[. De ce fait, l'inégalité de Jensen, nous donne :

$$E(\text{logit}(\hat{q}_x)) \leq \text{logit}(E(\hat{q}_x))$$

On déduit donc de l'inégalité ci-dessus que les logits estimés sont biaisés négativement lorsque q_x inférieur à 0,5, ce qui conduit également à biaiser négativement les taux de décès.

¹⁹ GOMPERTZ B., 1825, On the nature of function Expressive of the law of Human Mortality, and on the New Mode of Determining the value of Lif Contingencies, Philosophical Transactions of the Royal Society of London n°115.

Pour palier quelque peu cela nous retenons la transformation proposée par Wilmoth (1990) qui relève le taux de mortalité conditionnelle par la formule : $f_x = \frac{q_x}{1 - \frac{1}{2}q_x}$

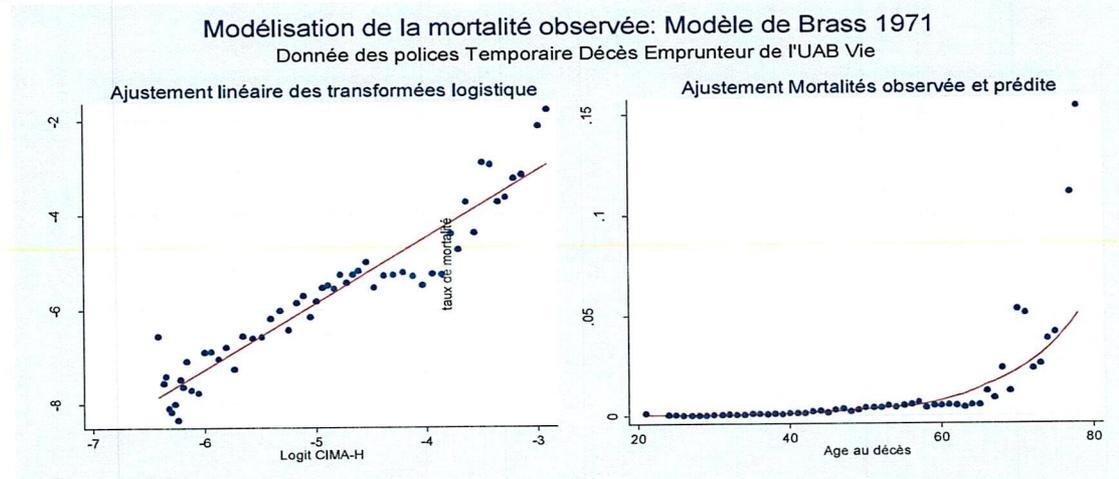
2.2.2 Résultats et interprétation :

L'estimation du modèle est réalisée avec le logiciel stata qui met en œuvre une optimisation par la méthode de maximum de vraisemblance. Les résultats de la régression sont satisfaisants non seulement au regard des ajustements graphiques avant et après estimation. Mais aussi avec les niveaux de significativités des coefficients estimés et la valeur du R carré ajusté de 90,5%.

Paramètres du modèle de Brass, 1971.	Constante (β)	Y CIMA-H (α)
	1,114	1,396

L'observation de la *Figure 11*, nous donne une autre appréciation de la qualité de la modélisation. Le premier permet de voir que l'ajustement par une droite de la transformée logistique des taux de décès est bonne. Sur le deuxième (Ajustement mortalités observées et prédites), on voit que les valeurs prédites s'ajustent plus ou moins correctement aux valeurs observées. Un décalage important s'opère à partir de l'âge 60 ans. Ainsi, le modèle peut être utilisé avec une certaine marge d'exactitude pour les âges de 21 à 59ans. La tranche d'âge de 60 à 78 ans étant sujette à des écarts importants entre prévisions et valeurs observées.

Figure 8: Ajustements graphiques des taux de mortalité avant et après modélisation



Le paramètre β est un indicateur de mortalité qui affecte tous les âges alors que le paramètre α modifie cet effet avec l'âge. Ce modèle peut être utilisé pour effectuer une extrapolation des tendances de mortalité du portefeuille de la société. A cet effet, on obtient les probabilités de décès de la société \hat{q}_x pour l'âge $x \in [21\text{ans}, 78\text{ans}]$ par :

$$\hat{q}_x = \frac{\exp[\hat{\beta} + \hat{\alpha} \times \text{logit}(q_x^{\text{CIMA-H}})]}{1 + 0,5 \times \exp[\hat{\beta} + \hat{\alpha} \times \text{logit}(q_x^{\text{CIMA-H}})]}$$

CONCLUSION GENERALE :

Au terme de cette étude, quels sont les acquis ? L'objectif de ce mémoire était double : d'abord l'analyse des contraintes technique, financière et commerciale des assurances vie dans la zone CIMA en vue de mettre en exergue la problématique d'une gestion coordonnée des chaînes de valeurs capitales des sociétés d'assurance vie de la CIMA. Puis l'étude des méthodes/outils de conciliation, applicables dans le contexte des sociétés de la CIMA avant de conduire un cas pratique dans le cadre de l'UAB Vie.

Les analyses révèlent que les aspects technique, commercial et financier des sociétés d'assurance vie constituent les piliers de son développement et la source de sa ruine probable. Aussi, des contraintes de gestion technique, commerciale et financière garantissent leur solvabilité, leur rentabilité, donc leur survie dans les environnements concurrentiels. Toutefois, on note que ces contraintes de gestion se révèlent souvent antagoniques, et la gestion en silos des chaînes de valeurs Technique, Financière et Commerciale peuvent conduire à la faillite (ruine) d'une société d'assurance vie.

En effet c'est la spécificité des objectifs ou buts poursuivis par ces principales chaînes de valeur en assurance vie qui conduisent à des contraintes de gestion antagonistes d'abord au sein même des chaînes de valeurs, et après entre les différentes chaînes.

La principale technique de conciliation des contraintes de gestion analysées est la Gestion Actif-Passif (GAP). De l'étude de cette technique, on compte essentiellement trois (03) générations d'outils de complexité croissante qui constituent les principaux outils de GAP applicables en assurance vie. Mais la spécificité du marché financier de l'espace CIMA ne permet que l'application des deux premières générations avec une combinaison possible des deux outils. Il s'agit de l'outil mettant en œuvre l'Analyse des flux de trésorerie et de celui concernant la simulation actif passif avec des modèles (scénarios) déterministes.

La conduite de ces différentes méthodes dans le cadre des sociétés d'assurance vie nécessite la mise en place d'une fonction GAP dont les organes majeurs sont le Comité Gestion Actif Passif et la Cellule Technique Actif Passif. La réflexion actif-passif dont sont chargées ces entités est fondée sur un cahier de charges de la gestion financière (un contrat de gestion) qui constitue le premier acte à poser par le Comité Actif Passif.

La phase pratique de ce mémoire s'est attelée, d'une part, à l'analyse des contraintes de gestion inhérentes aux contrats Epargne Retraite, à une meilleure compréhension des mécanismes incitant les assurés à retirer partiellement les sommes investies sur leurs contrats

d'épargne retraite et à la construction de modèles de prévisions des rachats partielles, et d'autre part, à l'analyse des contraintes de gestion inhérentes aux contrats Temporaire Décès Emprunteur et construction d'un modèle de prévision des sorties par décès.

Les différents modèles de prévision étant des préalables nécessaires à la mise en œuvre des deux premières générations d'outils de GAP applicables en assurance vie dans le contexte de la CIMA.

La régression logistique a permis de prendre en compte les paramètres structurels influençant le rachat partiel dans les contrats d'épargne et d'optimiser la sélection des variables déterminantes ainsi que leurs modalités. Les 6 variables sélectionnées pour expliquer le choix des assurés de racheter partiellement leur contrat sont : *Sexe de l'assuré, Classe d'âge de l'Assuré à la date d'effet, Localité de l'assuré, Age de la police, Classe d'âge de la police et Statuts de la police.*

La régression Binomiale Négative avec Inflation de zéros (ZINB : Zéros Inflated Negative Binomial model) a permis de sélectionner les variables *Sexe de l'assuré, Age de l'Assuré à la date d'effet, Localité de l'assuré, PM d'ouverture de la police, Statut de la police et Age de la police* comme déterminants du nombre probable de rachat partiel annuel par police. Ce modèle peut servir à prévoir les flux de rachat partiel (flux passif) en associant le nombre probable de chaque police par le montant moyen de rachat partiel annuel sur une police.

Le modèle de Brass (1971) mis en œuvre dans le cadre des contrats Temporaires décès emprunteur a révélé que le taux moyen de mortalité observé sur les quatre années d'observations est bien en dessous des taux réglementaire imposé par le code CIMA. Néanmoins, l'analyse de la mortalité a révélé une dégradation d'année en année de la mortalité des contrats TD emprunteur. Le modèle de prévision obtenu sera utile pour prévoir les sorties par décès de ces polices et permettre la mise en œuvre de l'un quelconque des outils de GAP.

L'étude de la conciliation des contraintes de gestion Technique Financière et commerciale en assurance vie pourrait se prolonger par d'autres pistes complémentaires ou plus étendues notamment la rédaction d'un manuel de pilotage stratégique des sociétés d'assurance vie de la zone CIMA.

BIBLIOGRAPHIE :

OUVRAGES :

- ▶ Code des Assurances des Etats Membres de Conférence Inter africaine des Marchés d'Assurance (CIMA), (2014)
- ▶ F. LE VALLOIS, P. PALSKEY, B. PARIS et A. Tosetti, (2003), «Gestion Actif Passif en Assurance Vie : Réglementation, Outils, Méthodes», Ed. Economica.
- ▶ OLIVIERI et E. PITACCO, (2008), « Assurance –Vie : Evaluer les Contrats et les Portefeuilles », SCOR Globale Life & PEARSON.

ARTICLES :

- ▶ Cas Z. MICHORIUS, (2011), « MODELING LAPSE RATES Investigating the Variables that Drive Lapse Rates », University of Twente.
- ▶ EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency 2, march 2011.
- ▶ KAGRAOKA Yusho , (2005), « Modeling Insurance surrenders by the Negative Binomial Model », Working Paper.
- ▶ Kim CHANGKI, (2005), « Modeling Surrender and Lapse Rates with economic Variables », North American Actuarial Journal, p.56-70
- ▶ S. Haberman et A. Renshaw, (1986), « Statistical analysis of life insurance lapses »
- ▶ Weixi Shen et Xu Huiping, (2004), « The valuation of unit-linked policies with or without surrender options ».
- ▶ X. MILHAUD et al, (2010), « Facteurs explicatifs du rachat en Assurance-Vie : classification et prévisions de risque de rachat », Université Lyon 1, Laboratoire SAF.
- ▶ X. MILHAUD et al, (2010), « Les comportements de rachat en Assurance Vie en régie de croisière et en période de crise », HAL archives-ouvertes.fr.
- ▶ Xavier MILHAUD, (2011), « Segmentation et modélisation des comportements de rachats en Assurance-vie ».

M.ELING et M. KOCHANOSKI, (2012), « Research on lapse in life insurance - What has been done and what needs to be done? », Working paper on Risk Management and Insurance N° 126.

MEMOIRES :

- ▶ Déborah SEROR et D. N. YENGUE, (**), « Modélisation des comportements de rachats dans un cadre de risques compétitifs », ENSAE ParisTech.
- ▶ Nicolas LADIAS, (2013), « Analyse des causes de rachats sur les contrats d'assurance vie », ISFA Université de Lyon 1.
- ▶ Naoufal RAKAH, (2012), « Modélisation dans les contrats d'épargne », Centre d'Etude Actuarielles.
- ▶ R. LAROULLIERE et al, (1990), « ADOSSEMENT ACTIF/PASSIF DANS UNE COMPAGNIE D'ASSURANCE VIE : Approche générale et Etude d'un cas particulier : Risque sur le capital dans le cadre du PEP Simulation de l'effet sur les comptes / politique d'adossment / risque de ruine », Centre d'Etudes Actuarielles.
- ▶ Stéphane Fauvel et Maryse le Pévédic, (2007), « Analyse des rachats d'un portefeuille vie individuelle : Approche théorique et Application pratique », ENSAE.

ANNEXES :**ANNEXE 1A : FAMILLE DES RISQUES EN ASSURANCE VIE**

Famille de risques	Catégories de risques	Sous-catégories de risques	
Techniques vie	Risques de provisionnement	Risque de Mortalité	
		Risque de longévité	
		Risque de comportement (rachat)	
		Risque de dépense (frais de gestion)	
	Risques de souscription	Invalidité	
		Dépendance	
		Santé - Prévoyance	
		Risque commercial de souscription	
		Risque de pricing*	
		Risque de sélection*	
Risques catastrophe	Phénomènes catastrophiques		
Financiers	Risques de crédit/de contrepartie	Réassurance	
		Cash	
		Créance et prêt	
		Emetteur de titre	
	Risques de marché	Risque de taux d'intérêt	Risque de réinvestissement (ou de baisse de taux)
			Risque de liquidation (ou de hausse de taux)
		Risque action (dont participation)	
		Risques sur actifs Immobiliers	
		Risque de change	
		Spread de crédit	
	Risque de liquidité	Concentration	
Risque de valeur de vente			
Risque de taux d'intérêt global (Variation du taux hors risque marché)	Risque de marché des capitaux		
Stratégie	Pilotage stratégique et réglementaire	Gouvernance	
		Plan stratégique	
		Pilotage des risques	
		Continuité d'activité et gestion de crise groupe	
		Contrôle de gestion	
		Communication externe	
		Conformité, déontologie	
		Législatifs, réglementaire et judiciaires	

Famille de risques	Catégories de risques	Sous-catégories de risques
Opérationnel	Fraude interne	Divulgence d'informations inexacts volontaire
		Vol/Falsification/corruption/Malveillance
		Complicité (Blanchiment, Sinistre et Prestations fictives)
		Activité de gestion non autorisée
	Fraude externe	Vol et activité non autorisée
		Sécurité des systèmes d'information
		Blanchiment
	Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail	Management/Relation de travail/recrutement/Respect du code du travail/activité syndicale/Sécurité sur le lieu de travail
	Clients et pratiques commerciales	Conformité, diffusion d'informations / communication sociétaire
		Pratiques commerciales / de place inappropriées
		Non-respect de la réglementation ou de la législation
	Dommages aux actifs matériels	Catastrophe et autres sinistres
	Dysfonctionnement de l'activité et des systèmes	Architecture et Système informatique
	Exécution, produits, livraison et gestion des processus	Saisie, exécution et Suivi des transactions comptable
		Manquement aux obligations fiscales
		Risque de production des états règlementaire inexacts
		Monitoring et Reporting financier
Services et produits défectueux (produit, projet, tarification)		
Clients nouveaux/Souscription/Documentation/Communication interne		
Gestion des comptes clients		
Contreparties commerciales / Activité externalisée		
Fournisseurs		
Evènements externes	Risques de réputation	
	Risques légaux	
	Risques catastrophique	
	Risques de réglementation	
	Risques politique	

ANNEXE 1B: Description des données**Tableau 1 :** Les variables sélection pour l'étude

N°	Nom des variables sélectionnées	Intitulés des variables
1	Police	Numéro de police
2	Status	Statut de la police
3	DateStatus	Date de changement de statuts
4	DateNaissance	Date de naissance de l'assuré
5	DateSouscription	Date de souscription de la police
6	DateEffet	Date d'effet de la police
7	DateEchPrime	Date d'échéance des Primes
8	DateEchContrat	Date d'échéance de la police
9	Produit	Classe du produit
10	IDSCommercial1	IDS Commercial 1
11	TypeIntermédiaire	Type d'intermédiaire
12	StatutIntermédiaire	Statuts de l'intermédiaire
13	Adresse	Adressage de l'assuré
14	Fract.Prime	Périodicité de la Prime
15	ModePaie	Mode de Paiement
16	SexeAssuré	Sexe de l'Assuré
17	PrimeTTC	Prime TTC
18	StatutPolice	Statut des polices
19	PM_last	Montant PM au dernier rachat
20	AgePolice	Classe d'âge du contrat
21	CAgePolice	Ancienneté du contrat
22	AgeCltEf	Age assuré à la Date d'effet
23	CAgeClEf	Classes Age assuré à la date d'effet
24	MoisSouscription	Mois de souscription
25	AnciComm	Ancienneté du commercial
26	Localité	Localité de l'assuré
27	RP_passé	Effet rachat du passé
28	NbRP1315	Nombre de rachat
29	NbRP2013	Nombre de rachat en 2013
30	NbRP2014	Nombre de rachat en 2014
31	NbRP2015	Nombre de rachat en 2015

Tableau 2 : Description des données

Variables	Modalités et répartition au sein du portefeuille	Observations
Date de souscription	Date comprise entre 1992 et 2015	Pour les contrats encore en vigueur à la fin de cette période, nous n'avons pas d'information sur leur éventuel rachat après cette date. Il y'a donc une censure fixe à droite.
Date d'effet	Relative à chaque contrat	La date d'effet coïncide souvent avec la date de souscription. Elle est toutefois postérieure à cette dernière. Cette date nous a servi à calculer l'ancienneté du contrat.

Date de naissance de l'assuré	Relative à chaque assuré	Cette date nous permet de calculer la variable <i>Age de l'assuré à la date d'effet du contrat.</i>	
Sexe de l'assuré	Homme 70,60% Femme 29,40%	La population des assurés est composée à environ 30% de femmes.	
Classes ancienneté police	Moins de 2ans : 19,46% [2ans à 5ans] : 35,87% [6ans à 9ans] : 28,99% 10ans et plus : 15,68%	L'âge des polices est calculé à partir de la date d'effet	
Classes âge de l'assuré à la date d'effet	Jusqu'à 25ans : 17,31% [26ans à 30ans] : 32,06% [31ans à 35ans] : 26,19% [36ans à 40ans] : 14,20%	[41ans à 45ans] : 6,25% [46ans à 50ans] : 2,73% [51ans à 55ans] : 1,04% 56ans et plus : 0,22%	
Mode de paiement	Chèques : moins de 0,1% Espèces : 3,30% Prélèvement : 90,4% Virement : 6,20%	Prélèvement à la source par l'employeur pour le compte de l'UAB et virement par la banque de domiciliation du compte de virement de salaire.	
Montant de la prime TTC	Minimum : 5000 F CFA Mode : 5000 FCFA Maximum : 5 880 000 FCFA		
Périodicité de la prime	Libre : 0,01% (au nombre de 2) Annuelle : 0,18% Semestrielle : 0,11% Trimestrielle : 0,73% Mensuelle : 98,97%	Les primes sont quasi totalement payées mensuellement par les assurés.	
Produits	G1 (0,9%) ; G2 (96,11%) ; G3 (0,9%) et Promo12 (2,09%)	Nous avons 4 générations du même produit dans notre portefeuille.	
Localité	33 modalités dont un « NON RENSEIGNER » et AUTRES localités dont Ouaga 38,96% et Bobo 7,62%.	Il s'agit des localités qui ont plus de 200 assurés. cette variable a été extraite des adresses des assurées.	
Statuts du contrat	Polices Inactive : 10,36% Polices Dormantes : 15,87% Polices Actives : 73,78%	Polices inactives (annulées, rachetée en totalité, Assuré décédé, à terme, résiliées) ; Polices dormantes (Suspendue, en réduction, en attente du premier encaissement) ; Polices actives (polices en activité et recevant des encaissements réguliers)	
Type Intermédiaire	Commercial Masculin : 64,05% Commercial Féminin : 34,75%	Agences : 0,19% Siège UAB : 1,01%	
Statut Intermédiaire	Actif : 86,41%	Résilié : 2,53%	Suspendu : 11,06%
Ancienneté Intermédiaire	Plus de 5ans : 90,83% Moins de 5ans : 9,17%		
Rachat Partiel	Au moins un rachat partiel (23,72%)	Sur la période des 3 ans, 1 pour un rachat partiel et 0 pour absence de rachat partiel.	

	Pas de rachat (76,24%)	Nous nous intéressons à tous les rachats partiels sur les 32 039 contrats. On a enregistré sur la période de 2013 à 2015, 13 837 rachats partiels sur 7 612 contrats (24 427 contrats n'ont pas fait l'objet de rachat).
Rachat Partiel passé	Pas de rachat passé : 89,60 % Rachat passé : 10,40 %	Cette variable a été obtenue par construction. Elle est égale à 1 pour les contrats ayant fait l'objet de plus d'un rachat et 0 sinon.
Mois de rachat		Cette variable concerne uniquement les polices ayants connu des rachats partiel. Elle prise escompte dans la modélisation binomiale négative et GLM.
Montant de rachat		
Montant des PM mensuel		Montant calculé pour les contrats ayant connu des rachats partiels. C'est un montant approximé pour les mois inter semestriel car le système informatique ne nous fournit que les PM semestriels.
Montant des encaissements de primes		Montant ayant servi au calcul des PM mensuels.

Figure 1 : Répartition des polices selon le statut de la police et la génération de contrat

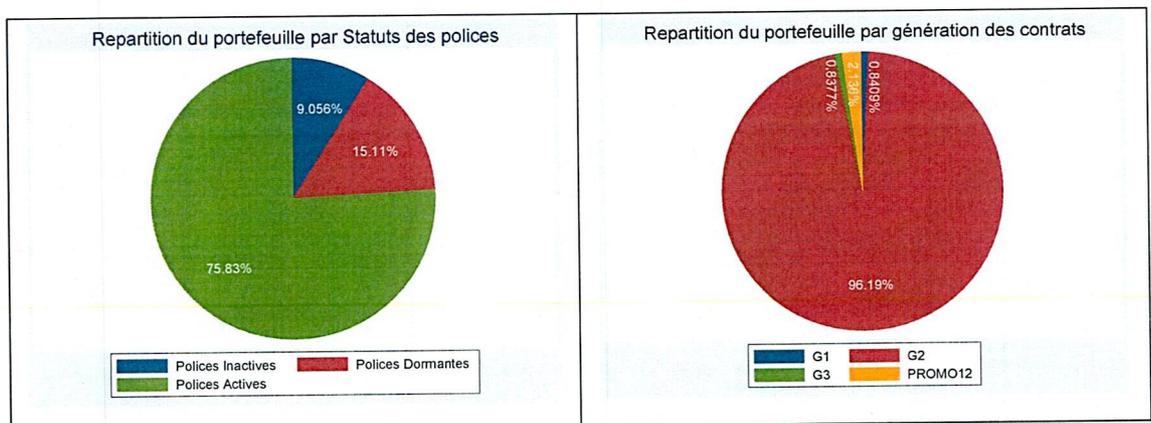


Figure 2 : Répartition des polices les Localités

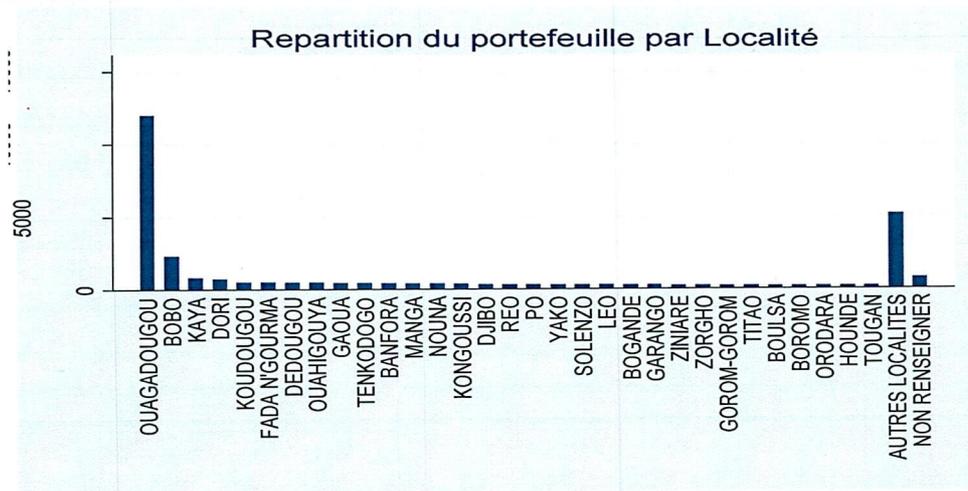


Figure 3 : Répartition des polices selon les Localités en fonction du rachat ou non

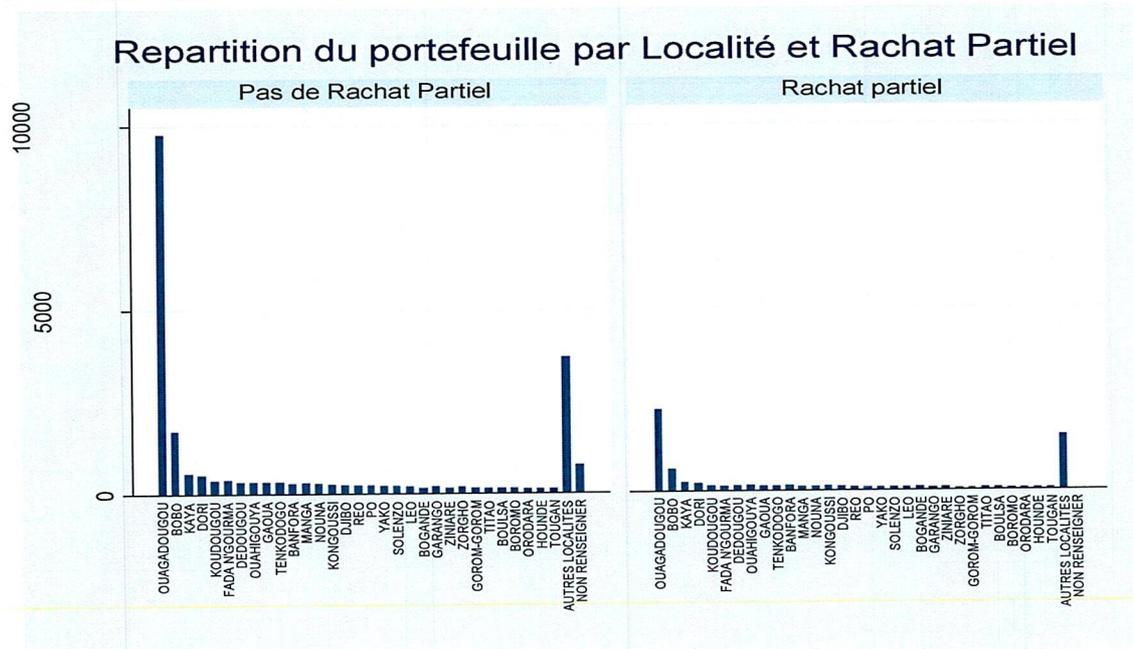


Tableau 3: Tableaux de répartition du portefeuille selon les classes d'âges des assurés et des polices

Classes d'Age Assurés	Effectif	%
Jusqu'à 25ans	5 399	17,39
[26ans- 30ans]	9 986	32,17
[31ans- 35ans]	8 152	26,26
[36ans- 40ans]	4 374	14,09
[41ans- 45ans]	1 931	6,22
[46ans- 50ans]	836	2,69
[51ans-55ans]	302	0,97
56ans et plus	59	0,19
Total	31 039	100

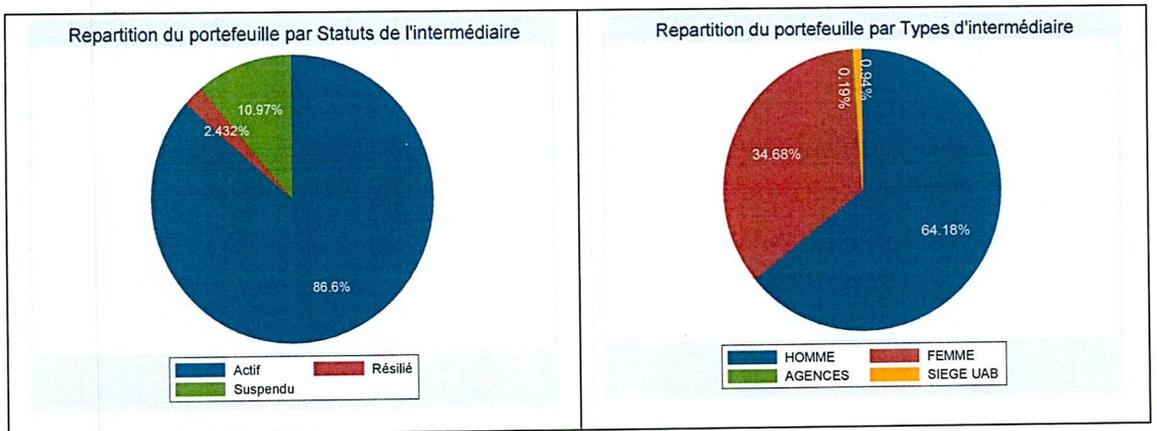
Classes d'âges des polices	Effectif	%
Moins de 2ans	6	19,33
De 2ans à 5ans	11212	36,12
De 6ans à 9ans	9053	29,17
10ans et plus	4774	15,38
Total	31039	100

Tableau 4: Tableaux de répartition du portefeuille selon le Mode et la Périodicité de paiement des primes

Mode de Paiement	Effectif	%
Chèque	27	0,09
Espèce	1013	3,26
Prélèvement	28179	90,79
Virement	182	5,86
Total	31039	100

Périodicité de la Prime	Effectif	%
Annuel	52	0,17
Semestriel	34	0,11
Trimestriel	232	0,75
Mensuel	30 719	98,97
Libre	2	0,01
Total	31 039	100

Figure 2 : Répartition des polices selon le Statut et le type de l'intermédiaire



ANNEXE 2 : Mathématique des modèles

ANNEXE 2A : Modèle logistique

1- Eléments de l'évaluation du modèle logistique

❖ **La matrice de confusion** est un outils post estimation qui permet de confronter les valeurs observées de la variables dépendante avec celles qui sont prédites, puis de comptabiliser les bonnes et les mauvaises prédictions. Son intérêt est à la fois d'appréhender la quantité de l'erreur (le taux d'erreur) et de rendre compte de la structure de l'erreur (la manière de se tromper du modèle).

Dans un problème à 2 classes (Positif contre négatif), à partir de la forme générique de la matrice de confusion (**Tableau 1**), plusieurs indicateurs peuvent être déduits pour rendre compte de la concordance entre les valeurs observées et les valeurs prédites. Nous nous concentrons sur les ratios suivants :

- ❖ **A** sont les vrais positifs c.-à-d. les observations qui ont été classées positives et qui le sont réellement.
- ❖ **C** sont les faux positifs c.-à-d. les individus classés positifs et qui sont réalité des négatifs.
- ❖ de la même manière, **B** sont les faux négatifs et **D** sont les vrais négatifs. Mais ces termes sont peu utilisés en pratique car les positifs et les négatifs n'ont pas le même statut dans la majorité des études (exemple les positifs sont les fraudeurs que l'on cherche à isoler; les positifs sont les personnes atteintes d'une maladie que l'on cherche à détecter ; etc.).

Tableau 1 : Matrice de confusion - Forme générique

$Y \times \hat{Y}$	Positive (prédite)	Négative (prédite)	Total
Positive	A	B	A + B
Négative	C	D	C + D
Total	A + C	B + D	N=A+B+C+D

Le **taux d'erreur** est égal au nombre de mauvais classement rapporté à l'effectif total c'est-à-dire:

$$\epsilon = \frac{B+C}{N} = 1 - \frac{A+D}{N}$$

Il estime la probabilité de mauvais classement du modèle.

Le **taux de succès** correspond à la probabilité de bon classement du modèle, c'est le complémentaire à 1 du taux d'erreur : $\theta = \frac{A+D}{N} = 1 - \epsilon$

La **sensibilité** (ou le **rappel**, ou encore le taux de vrais positifs [TVP]) indique la capacité du modèle à retrouver les positifs.

$$S_e = \text{sensibilité} = \text{TVP} = \text{rappel} = \frac{A}{A+B}$$

La **précision** indique la proportion de vrais positifs parmi les individus qui ont été classés positifs.

$$\text{Précision} = \frac{A}{A+C}$$

Elle estime la probabilité d'un individu d'être réellement positif lorsque le modèle le classe comme tel. Dans certains domaines, on parle de valeur prédictive positive (VPP).

La **spécificité**, à l'inverse de la sensibilité, indique la proportion de négatifs détectés

$$S_p = \text{Spécificité} = \frac{D}{C + D}$$

Parfois, on utilise le taux de faux positifs (TFP), il correspond à la proportion de négatifs qui ont été classés positifs, c'est-à-dire :

$$TFP = \frac{C}{C + D} = 1 - \text{Spécificité}$$

La **F-Mesure** est très utilisée en recherche d'information. Elle synthétise (moyenne harmonique) le rappel et la précision, l'importance accordée à l'une ou à l'autre est paramétrable avec β .

$$F_\beta = \frac{(1 + \beta^2) \times \text{Rappel} \times \text{Précision}}{\beta^2 \times \text{Précision} + \text{Rappel}}$$

Lorsque :

❖ $\beta = 1$ est la valeur usuelle, on accorde la même importance au rappel et à la précision, la F-Mesure devient :

$$F_\beta = \frac{2 \times \text{Rappel} \times \text{Précision}}{\beta^2 \times \text{Précision} + \text{Rappel}}$$

❖ $\beta < 1$, on accorde plus d'importance à la précision par rapport au rappel. Une valeur fréquemment utilisée est $\beta = 0,5$, ainsi on accorde deux fois plus d'importance à la précision.

❖ $\beta > 1$, on accorde plus d'importance au rappel par rapport à la précision. Une valeur fréquemment rencontrée est $\beta = 2$.

La F-Mesure est une moyenne harmonique entre le rappel et la précision, en effet nous pouvons l'écrire de la manière suivante :

$$F = \frac{1}{\alpha \frac{1}{\text{Précision}} + (1 - \alpha) \frac{1}{\text{Rappel}}}$$

Où $\beta^2 = \frac{1 - \alpha}{\alpha}$

Quelques remarques sur le comportement de ces indicateurs :

1. Un "bon" modèle doit présenter des valeurs faibles de taux d'erreur et de faux positifs (proche de 0); des valeurs élevées de sensibilité, précision et spécificité (proche de 1).
2. Le taux d'erreur est un indicateur symétrique, il donne la même importance aux faux positifs (C) et aux faux négatifs (B).
3. La sensibilité et la précision sont asymétriques, ils accordent un rôle particulier aux positifs.
4. Enfin, en règle générale, lorsqu'on oriente l'apprentissage de manière à améliorer la sensibilité, on dégrade souvent la précision et la spécificité. Un modèle qui serait meilleur que les autres sur ces deux groupes de critères antinomiques est celui qu'il faut absolument retenir.

❖ Pseudo-R² basé sur le taux d'erreur

Cet indicateur de qualité est basé sur le taux d'erreur de la régression logistique et le taux du modèle par défaut. Il s'écrit comme suit :

$$R_\epsilon^2 = 1 - \frac{\epsilon_{(M)}}{\epsilon_{(Déf)}}$$

Où $\epsilon_{(M)}$ est le taux d'erreur du modèle étudié et $\epsilon_{(Déf)}$ le taux d'erreur du modèle par défaut. Si notre modèle est parfait, avec un taux d'erreur nul, nous obtenons $R_\epsilon^2 = 1$; si notre

modèle ne sait pas faire mieux que le « classifieur » par défaut, nous avons $R_{\xi}^2 = 0$. Cet indicateur est donné directement par le logiciel Stata.

❖ **L'indice de Youden** est bien connue en bio statistique, moins en apprentissage supervisé. Il s'écrit :

$$IY = S_e + S_p - 1$$

Son mérite est de caractériser le « classifieur » selon la sensibilité et la spécificité. Il prend la valeur maximum 1 lorsque le modèle est parfait. En effet, dans ce cas $S_e = 1$ et $S_p = 1$. Il peut être utilisé pour comparer les performances de plusieurs modèles. Son interprétation n'est pas très évidente en revanche. C'est le principal frein à son utilisation.

❖ **Le rapport de vraisemblance** décrit le surcroît de chances des positifs (par rapport aux négatifs) d'être classés positifs. Sa définition est la suivante :

$$\begin{aligned} L &= \frac{P(\hat{Y} = +/Y = +)}{P(\hat{Y} = +/Y = -)} \\ &= \frac{P(\hat{Y} = +/Y = +)}{1 - P(\hat{Y} = -/Y = -)} \\ &= \frac{S_e}{1 - S_p} \end{aligned}$$

Le rapport de vraisemblance ne dépend pas de la proportion des positifs. Il donne donc des indications valables même si l'échantillon n'est pas représentatif. Plus grande est sa valeur, meilleur sera le modèle.

❖ Test de Hosmer-Lemeshow

La procédure de ce test ne sera pas abordée ici. La statistique du test est :

$$\hat{C} = \sum_g \left[\frac{(m_{g^1} - \hat{m}_{g^1})^2}{\hat{m}_{g^1}} + \frac{(m_{g^0} - \hat{m}_{g^0})^2}{\hat{m}_{g^0}} \right]$$

Où $G = \sum_i g^i$ est le nombre de groupes. Les groupes sont construits en se basant sur les quantiles des scores (les probabilités prédites des individus).

Dans chaque groupe g , l'effectif m_g est distribué en m_{g^1} le nombre de positif observé et m_{g^0} le nombre de négatifs observés.

$\hat{m}_{g^1} = \sum_{\omega \in g} \hat{\pi}(\omega)$ est la somme des scores des observations positifs situées dans le groupe g , c'est la fréquence théorique des positifs dans le groupe g . Et $\hat{m}_{g^0} = m_g - \hat{m}_{g^1}$ est la fréquence théorique des négatifs dans ce groupe.

Lorsque le modèle est correct (H_0), la statistique \hat{C} suit approximativement une loi du Chi 2 à $(G-2)$ degrés de liberté. Lorsque la probabilité critique du test (p-value) est plus grand que le risque choisi, le modèle issu de la régression logistique est accepté.

❖ La courbe ROC et le critère AUC

Le **ROC** (Receiving Operating Curve), est un test visuel de la qualité de l'ajustement. Elle est liée aux notions de Sensibilité et de Spécificité. Ces notions résultent d'une classification des individus selon leurs probabilités prédites et les réponses observées. Tout d'abord, on fixe un seuil (le plus souvent 0,5) de probabilité au-delà duquel on considère que la réponse est positive. Ensuite, on compare la sensibilité c'est-à-dire la proportion de réponses positives observées qui sont correctement classées comme positives par le modèle et la spécificité

c'est-à-dire la proportion de réponses négatives observées qui sont correctement classées comme négatives.

La courbe de ROC présente en ordonnée le taux de vrais positifs (la sensibilité) et en abscisse le taux de faux positifs (1-spécificité). Plus le tracé est courbé vers le coin en haut à gauche du graphique, meilleure est la prédiction. Un modèle sans pouvoir de prédiction aurait une courbe tracé à 45° qui se confondrait alors avec la diagonale sur le graphique. La surface au-dessous de la courbe serait de 50 %. Un modèle avec un pouvoir total de prédiction aurait une droite verticale (90°) le long de l'axe de sensibilité. La surface au-dessous de la courbe serait alors de 100 %.

Il est possible de caractériser numériquement la courbe ROC en calculant la surface située sous la courbe. C'est le critère AUC. Elle exprime la probabilité de placer un individu positif devant un négatif. Ainsi, dans le cas d'une discrimination parfaite, les positifs sont sûrs d'être placés devant les négatifs, nous avons $AUC = 1$. A contrario, si le « classifieur » attribue des scores au hasard, il y a autant de chances de placer un positif devant un négatif que l'inverse, la courbe ROC se confond avec la première bissectrice, nous avons $AUC = 0,5$. C'est la situation de référence, notre « classifieur » doit faire mieux. On propose généralement différents paliers pour donner un ordre d'idées sur la qualité de la discrimination.

Valeur de l'AUC	Commentaire
$AUC = 0,5$	Pas de discrimination
$0,7 \leq AUC < 0,8$	Discrimination acceptable
$0,8 \leq AUC < 0,9$	Discrimination excellente
$AUC \geq 0,9$	Discrimination Exceptionnelle

2- Tests de sélection des variables pertinentes pour les modèles

❖ Tests du Chi2, du V de Cramer et de Kruskal WALLIS

Tests du Chi2 et du V de Cramer

Les tests de chi 2 et du V de Cramer s'effectuent sur des variables à modalités et s'appuient des tableaux de contingence pour analyser l'indépendance et l'intensité des liaisons fonctionnelles qui existeraient entre ces variables.

Soient X et Y deux variables qualitatives à r et s modalités.

X \ Y	y_1	y_2		y_j		y_s	
x_1	n_{11}	n_{12}				n_{1s}	$n_{1.}$
x_2	n_{21}	n_{22}				n_{2s}	$n_{2.}$
x_i				n_{ij}			
x_r	n_{r1}	n_{r2}				n_{rs}	$n_{r.}$
	$n_{.1}$	$n_{.2}$		$n_{.j}$		$n_{.s}$	n

Avec : $n_{i.} = \sum_j n_{ij}$ et $n_{.j} = \sum_i n_{ij}$

La statistique du chi 2 est :

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(n_{ij} - \frac{n_i \cdot n_j}{n})^2}{\frac{n_i \cdot n_j}{n}}$$

Sous l'hypothèse nulle (H_0 étant l'indépendance des variable X et Y), χ^2 suit la loi statistique de chi2 à $(r-1) \times (p-1)$ degrés de liberté. Ainsi, pour un seuil α fixé (5% dans notre cas), la valeur critique correspondant au quantile de seuil $1 - \alpha$ de la variable du chi2, la statistique est plus grandes que la valeur critique, l'hypothèse nulle est rejetée ; sinon elle ne l'est pas. La P-value calculer par les logiciels étant la probabilité d'obtenir la valeur de la statistique si H_0 était vraie.

La statistique du test V de Cramer se calcule de la manière suivante :

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n * \min\{(s - 1); (r - 1)\}}}$$

Le V de Cramer est compris entre 0 et 1. Plus V est proche de zéro, plus il y'a indépendance entre les deux variables étudiées. Il vaut 1 en cas de liaison fonctionnelle. Contrairement au Chi2, le V de Cramer reste stable si l'on augmente l'échantillon dans les mêmes proportions intermodalités. La variable avec le V de cramer le plus élevé est celle qui explique le mieux la variable binaire rachat.

Test de Kruskal WALLIS

Nous allons mettre en œuvre le test de Kruskal WALLIS pour qui permettra de mesurer le lien entre les variables quantitatives et la variable binaire rachat. Il va nous permettre d'identifier les variables les plus liées à la variable à expliquer en repérant celles qui présentent les statistiques de Kruskal WALLIS les plus élevées.

Ce test qui est un test non paramétrique permet de comparer les moyennes de plusieurs échantillons. Il permet de déterminer si les échantillons proviennent de la même population ou d'une population ayant les mêmes caractéristiques.

Soient k échantillons indépendants et non exhaustifs $E_1; \dots; E_k$ de tailles respective $n_1; \dots; n_k$. Le test compare les k moyennes. C'est-à-dire de tester l'hypothèse nulle : $H_0: \mu_1 = \dots = \mu_k$ Contre $H_1: \exists$ au moins un couple (i, j) tel que $\mu_i \neq \mu_j$

L'ensemble des valeurs de ces k échantillons sont classées par ordre croissant; ensuite le rang de chaque valeur est déterminé. Pour chaque échantillon E_i on note r_i la somme des rangs des valeurs de cet échantillon. Le calcul suivant est ensuite réalisé :

$$h = \frac{12}{n * (n + 1)} \left(\sum_{i=1}^k \frac{r_i^2}{n_i} \right) - 3(n + 1) \text{ avec } n = \sum_{i=1}^k n_i$$

Si on note H la variable aléatoire qui prend la valeur h calculées ci-dessus à l'issu de l'expérience aléatoire. Si les n_i sont assez grand (en général supérieur à 5) alors si H_0 est vrai, H suit une loi de chi2 à $(k-1)$ degrés de liberté.

ANNEXE 3 : Résultats du modèle de régressions logistique

Tests de la fiabilité du modèle :

Le Pseudo R2 et le test global :

LR chi2(27)	5648,02
Prob > chi2	0,0000
Pseudo R2	0,1637

La matrice de confusion :

Tableau 1: Matrice de confusion estimée

Valeurs réelles	Valeurs Prédites		
	Rachat Partiel	Pas de Rachat Partiel	Total
Rachat Partiel	1 195	6 385	7 580
Pas de Rachat Partiel	1 024	22 435	23 459
Total	2 219	28 820	31 039

Tableau 2: Indicateurs d'efficacités du modèle estimé

Vrais positifs	Taux de Faux positifs	Taux d'erreur	Taux de succès	Sensibilité (Rappel)	Précision	Précision (négatif)	Spécificité
1 195	4,36%	23,87%	76,13%	15,77%	53,85%	77,85%	95,63%
F-Mesure (1)		F-Mesure (0,5)		Indice de Youden		Rapport de Vraisemblance	
24,39%		36,31%		11,40%		3,61	

Test de Hosmer et Lemeshow :

Nombre d'observations	31039
Nombre de groupes (Quartiles)	4
Statistique de Hosmer-Lemeshow sous H0 (chi2(2))	1,05
P-value (Prob.>Chi2)	0,5914

ROC et Critère AUC

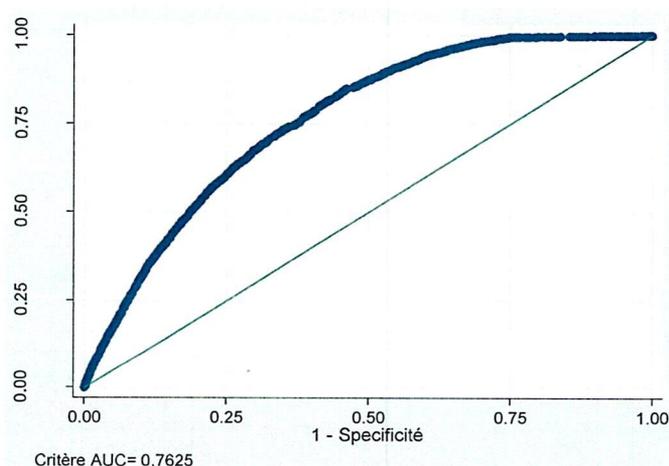


Tableau 3 : Résultats de l'estimation des paramètres du modèle logistique

Variables	Modalités	DDL	Estimation	Erreur type	Chi 2 de Wald	Pr > Chi 2
Constante	Constante	1	-5,6981	0,1576	-36,151	0,0000
Classe âge des polices	De 2ans à 5ans	1	3,5273	0,1459	24,178	0,0000
	De 6ans à 9ans	1	4,0351	0,1526	26,437	0,0000
	10 ans et plus	1	3,6667	0,1799	20,378	0,0000
Localité	Bobo	1	0,2712	0,0563	4,819	0,0000
	Boucle du Mouhoun	1	0,4599	0,064	7,189	0,0000
	Cascades	1	0,5731	0,11	5,209	0,0000
	Centre Est	1	0,4432	0,0751	5,903	0,0000
	Centre Nord	1	0,4812	0,0777	6,193	0,0000
	Centre ouest	1	0,5269	0,0741	7,114	0,0000
	Centre Sud	1	0,2915	0,0911	3,2	0,0014
	Est	1	0,6112	0,0884	6,914	0,0000
	Haut Bassin	1	0,4309	0,1185	3,635	0,0003
	Nord	1	0,5173	0,0781	6,627	0,0000
	Plateau Central	1	0,5719	0,1103	5,184	0,0000
	Sahel	1	0,4364	0,0694	6,292	0,0000
	Sud-Ouest	1	0,4004	0,1144	3,5	0,0005
	Autres	1	0,4819	0,0422	11,413	0,0000
Statut des polices	Dormante	1	-1,0374	0,0632	-16,406	0,0000
	Active	1	0,6217	0,0506	12,288	0,0000
Sexe Assuré	Masculin	1	0,379	0,0337	11,256	0,0000
Classe d'âge des assurés	De 26ans à 30ans	1	-0,27	0,0424	-6,371	0,0000
	De 31ans à 35ans	1	-0,4617	0,045	-10,269	0,0000
	De 36ans à 40ans	1	-0,555	0,0533	-10,416	0,0000
	De 41ans à 45ans	1	-0,5024	0,0689	-7,296	0,0000
	De 46ans à 50ans	1	-0,591	0,0997	-5,928	0,0000
	51ans et plus	1	0,5431	0,1423	3,817	0,0001
Age des polices	Age des polices	1	0,0795	0,0078	10,141	0,0000

Tableau 4 : Valeur marginale

	Effets Marginaux	Erreur Type	z-Statistique	P-Value
Classe d'âge police (date effet)				
Moins de 2ans	0,0105757	0,0015512	6,82	0,000
De 2ans à 5ans	0,2513603	0,0048807	51,5	0,000
De 6ans à 9ans	0,3504479	0,0054702	64,06	0,000
10ans et plus	0,2767841	0,0138572	19,97	0,000
Localité				
OUAGADOUGOU	0,2002379	0,0035787	55,95	0,000
BOBO	0,2406433	0,007909	30,43	0,000
BOUCLE DU MOUHOUN	0,271154	0,0097358	27,85	0,000
CASCADES	0,2902871	0,0183686	15,8	0,000
CENTRE EST	0,2683856	0,0116608	23,02	0,000
CENTRE NORD	0,2747097	0,0122732	22,38	0,000
CENTRE OUEST	0,2824181	0,0117678	24	0,000
CENTRE SUD	0,2438381	0,0137898	17,68	0,000
EST	0,2968536	0,0146403	20,28	0,000
HAUTS BASSINS	0,2663447	0,0190962	13,95	0,000
NORD	0,2807883	0,0124517	22,55	0,000
PLATEAU CENTRAL	0,2900825	0,018384	15,78	0,000
SAHEL	0,2672632	0,0106479	25,1	0,000
SUD OUEST	0,2613362	0,0182311	14,33	0,000
AUTRES	0,2748324	0,0055589	49,44	0,000
Statut de la Police				
Polices Inactives	0,1995899	0,0065722	30,37	0,000
Polices Dormantes	0,0872322	0,0034536	25,26	0,000
Polices Actives	0,2999736	0,0030165	99,44	0,000
Sexe de l'Assuré				
Féminin	0,2024949	0,0041007	49,38	0,000
Masculin	0,2600657	0,0026957	96,47	0,000
Classe d'âge Assuré (date effet)				
Jusqu'à 25ans	0,2978722	0,0058589	50,84	0,000
[26ans - 30ans]	0,2530905	0,0039898	63,44	0,000
[31ans - 35ans]	0,2234853	0,0042461	52,63	0,000
[36ans - 40ans]	0,2098121	0,0057778	36,31	0,000
[41ans - 45ans]	0,2174469	0,0087548	24,84	0,000
[46ans - 50ans]	0,2046599	0,013287	15,4	0,000
51ans et plus	0,3951251	0,0253919	15,56	0,000

ANNEXE 4: Résultats du test de sur-dispersion, des modèles de Binomial Négatif et Zero Inflated Negative Binomial (ZINB)

Test de sur-dispersion :

Over-dispersion Test

Predicted number of events	0,8361***	(0,1252)
Observations	23610	

Standard errors in parentheses * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Tests de Comparaison NBRM et ZINB

Tableau 1 : Comparaison des différences maximales et moyenne entre observation et prédiction par les modèles

Comparison of Mean Observed and Predicted Count			
Model	Maximum Difference	At Value	Mean Diff
NBRM	0.001	1	0.001
ZINB	-0.001	2	0.000

Tableau 2: Comparaison de la quantité d'information restituée par les modèles.

Tests and Fit Statistics					
NBRM	BIC= 21262.337	AIC= 21084.809	Prefer	Over	Evidence
vs ZINB	BIC= 19673.647	dif= 1588.689	ZINB	NBRM	Very strong
	AIC= 19455.773	dif= 1629.037	ZINB	NBRM	
	Vuong= 25.984	prob= 0.000	ZINB	NBRM	p=0.000

Tableau 4 : Elasticité des variables quantitatives

```
. margins, eyex( PM_Ouver AgePolic AgeEffet )

Average marginal effects          Number of obs   =      23610
Model VCE      : OIM

Expression      : Predicted number of events, predict()
ey/ex w.r.t.   : PM_Ouver AgePolic AgeEffet
```

	Delta-method				
	ey/ex	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
PM_Ouver	-.2111892	.0194506	-10.86	0.000	-.2493118 -.1730667
AgePolic	2.027846	.0887235	22.86	0.000	1.853951 2.201741
AgeEffet	-.3713967	.0895075	-4.15	0.000	-.5468282 -.1959651

Tableau 5: Résultats de la modélisation ZINB (régression logistique d'inflation de zéros)

VARIABLES	Coefficients	Expo(coeff.)	Erreur Type	z-Statistique
Inflation				
Ancienneté du contrat	-2,116***	0,121	0,153	(-13,852)
Statut des polices (Police Inactive)				
Polices Dormantes	4,824***	124,462	0,662	(7,89)
Polices Actives	2,105***	8,207	0,397	(5,298)
Sexe de l'Assuré (Masculin)				
Féminin	-0,398*	0,672	0,227	(-1,756)
Constant	5,917***	371,296	0,569	(10,406)
Inalpha	-1,072***	0,342	0,149	(-7,218)
alpha	0,342	1,408	0,051	
Observations	23610			

*** P-value<0,01 ** p<0,05 * p<0,1

Commentaires de la deuxième partie du modèle ZINB :

La probabilité de RPAP (régression logistique, deux partie) diminue avec l'âge de la police et aussi pour les assurés de sexe féminin. Mais augmente par rapport aux polices de statut Inactives pour les polices Dormantes et Actives. L'exponentiel des coefficients représente les facteurs multiplicatifs de la probabilité de RPAP.

ANNEXE 5 : Résultats modèle de Brass (1971)**Tableau 1** : Paramètres du modèle de Brass, 1971.

Y Observée	Coefficients	Erreur Type
Y CIMA-H (α)	1.396***	-0,0615
Constante (β)	1.114***	-0,308
Observations	55	
Adjusted R-squared	90,5%	

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

TABLE DES MATIERES

DEDICACE :	i
REMERCIEMENTS :	ii
SIGLES ET ABBREVIATIONS :	iii
LISTE DES TABLEAUX :	iv
LISTE DES FIGURES :	v
RESUME :	vi
ABSTRACT :	vii
SOMMAIRE :	viii
INTRODUCTION GENERALE	1
1ère Partie : ANALYSE DES CONTRAINTES DE GESTION ET ETUDE DES TECHNIQUES / OUTILS DE CONCILIATION	4
CHAPITRE I : NATURE DES CONTRAINTES DE GESTION EN ASSURANCE VIE DANS LA ZONE CIMA.	6
Section 1 : Contraintes de gestion techniques et commerciales	6
1.1 : Contraintes de gestion technique et commerciale réglementaires	6
1.1.1 Règles concernant la gestion du revenu	6
1.1.2 Règles concernant la gestion du capital	8
1.1.3 Règles prudentielles techniques	11
1.2 Contraintes de gestion technique et commerciale inhérentes à la gestion des risques encourus.	12
1.2.1 Les risques techniques vie	13
1.2.2 Les risques commerciaux	15
Section 2 : Contraintes de gestion financières	16
2.1 Contraintes de gestion financières dues aux Règles prudentielles imposées par la réglementation CIMA	16
2.1.1 Réglementation des placements et autres éléments d'actifs :	16
2.1.2 Réglementation des revenus des placements	20
2.1.3 Délais de paiement des prestations (<i>Article 74</i>)	20
2.1.4 Réglementation de la Solvabilité des sociétés d'assurance vie	20
2.2 Contraintes de gestion financières inhérentes à la gestion des risques encourus	21
2.2.1 Le risque de marché	21
2.2.2 Le risque de liquidité	22
2.2.3 Le risque de crédit (ou risque de contrepartie ou de défaut)	22
Section 3 : Problématique de la conciliation des contraintes de gestion technique, financière et commerciale en assurance vie	23
CHAPITRE II : TECHNIQUES DE CONCILIATION DES CONTRAINTES DE GESTION EN ASSURANCE VIE	25
Section 1 : Techniques / Outils de gestion actif passif en assurance vie	25
1.1 Outils de 1 ^{ère} génération : Analyse des flux de trésorerie	25
1.1.1 Objet et principes :	25
1.1.2 Techniques de mise œuvre :	26
1.1.3 Les Limites :	28
1.2 Outils de 2 ^{ème} génération : simulation actif passif avec des modèles déterministes	29
1.2.1 Objets et principes	29
1.2.2 Description et techniques de la mise œuvre :	29
1.2.3 Les Limites :	31
1.3 Outils de 3 ^{ème} génération : simulation actif passif avec des modèles (scénarios) stochastiques	32
1.3.1 Objets et principes	32
1.3.2 Techniques de mise œuvre :	32

1.3.3 Les Limites :	33
Section 2 : Démarche applicable pour la mise en place d'une fonction GAP dans une société d'assurance vie.....	34
2.1- Construction de la fonction actif passif.....	34
2.1.1 Rôle du comité actif-passif	34
2.1.2 Rôle de la cellule technique actif-passif	35
2.2- Rédaction d'un cahier des charges de la gestion financière.....	35
2ème Partie : CAS PRATIQUE DANS LE CADRE DE L'UNION DES ASSURANCES DU BURKINA VIE (UAB VIE).....	37
CHAPITRE I: APPLICATION A UN PRODUIT DE TYPE EPARGNE RETRAITE : Epargne-Retraite-Avenir (ERA).....	39
Section1 : Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit ERA et méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA	39
1.1 Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit ERA	39
1.1.1 Contraintes de gestion technique et commerciale :	39
1.1.2 Contraintes de gestion financières	41
1.2 Méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA	41
Section 2 : Modélisation du profil des rachats Partiels	42
2.1 Modèles et Présentation des données	43
2.1.1 Choix des modélisations	43
2.1.2 Données sélectionnées et Statistiques descriptives	44
a) Présentation des données sélectionnées.....	44
b) Statistiques descriptives élémentaires	44
2.2 Modélisations logistique & binomiale négative	50
2.2.1 Le modèle de régression logistique.....	50
a) Présentation de l'intérêt du modèle	50
b) Formalisation mathématique sommaire	50
c) Sélection des variables explicatives	52
d) Application et interprétations des résultats.....	54
2.2.2 Le modèle de régression Binomial Négatif.....	58
a) Présentation	58
b) Formulation mathématique sommaire.....	58
c) Application et interprétations des résultats	59
CHAPITRE II : APPLICATION A UN PRODUIT DE TYPE DECES: Contrat Décès Emprunteurs.....	62
Section1 : Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit Décès emprunteur et méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA.....	62
1.1 Contraintes de gestion TFC inhérentes au produit Décès Emprunteur.....	62
1.1.1 Contraintes de gestion technique et commerciale :	62
1.1.2 Contraintes de gestion financières	64
1.2 Méthodes GAP applicables dans le contexte CIMA	64
Section 2 : Facteurs explicatifs de la sinistralité du produit Décès emprunteur.....	65
2.1 Analyse descriptive de la sinistralité du portefeuille.....	65
2.1.1 Analyse de la durée de vie des contrats et du retard de déclaration	65
2.1.2 Analyse des rapports sinistres à primes (S/P) des contrats par cohorte de date d'effet	67
2.1.3 Analyse des taux bruts de mortalité par âge	68
2.2 Modélisation et prévision de la mortalité du portefeuille de contrat Temporaire Décès Emprunteur70	
2.2.1 Présentation du choix de modèle	70
2.2.2 Résultats et interprétation :	71
CONCLUSION GENERALE :.....	72
BIBLIOGRAPHIE :	74
ANNEXES :.....	75

ANNEXE 1A : FAMILLE DES RISQUES EN ASSURANCE VIE	75
ANNEXE 1B: Description des données.....	77
ANNEXE 2 : Mathématique des modèles.....	82
ANNEXE 3 : Résultats du modèle de régressions logistique.....	87
ANNEXE 4: Résultats du test de sur-dispersion, des modèles de Binomial Négatif et Zero Inflated Negative Binomial (ZINB)	90
ANNEXE 5 : Résultats modèle de Brass (1971).....	93
TABLE DES MATIERES.....	94

