



Mémoire présenté le :

Pour l'obtention du Diplôme d'Actuariat de l'Institut International des Assurances (IIA) et de l'Institut de Science Financière et des Assurances (ISFA)

Par : Simon Yétondé BOTON

Titre : Analyse et gestion des risques menaçant la solidité financière et compromettant la rentabilité d'une société vie.

Membres du jury IIA :

Entreprise : ACAM Vie

Directeur de mémoire :

Dr Aymric KAMEGA

Encadreur académique :

Dr Idriss TCHPDA Djamen

Membres du jury ISFA :

Responsable de stage :

Mme Stella KAMGANG DJEUKAM

Signatures :

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à mon père spirituel BOKO Mahutin Louis, pour m'avoir soutenu dès mes débuts et pour avoir cru en moi.

REMERCIEMENTS

Je ne pourrais commencer les remerciements sans toutefois témoigner ma gratitude et ma reconnaissance et envers Dieu, pour m'avoir accordé la grâce de faire cette formation.

De même, je voudrais du fond de mon cœur adresser les sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, m'ont accordé leur soutien indéfectible et ont participé à la réalisation de ce mémoire.

Il s'agit principalement de :

Mon directeur de mémoire Monsieur **Aymeric KAMEGA**, Président Directeur Général (PDG) de la société d'assurance ACAM Vie, dont la disponibilité ainsi que le sens de l'écoute, du suivi, du partage et de la pertinence de ses suggestions m'ont permis de bénéficier d'un encadrement de qualité ;

Mon encadreur académique Monsieur **Idriss TCHAPDA DJAMEN**, dont l'encadrement et le suivi ont permis la concrétisation de ce travail ;

Mon professeur d'Enterprise Risk Management Monsieur **Anani OLYMPIO**, pour le grand intérêt porté à ce travail ;

Ma responsable de stage Madame **Stella KAMGANG**, responsable du contrôle interne et de l'organisation d'ACAM Vie dont les conseils et les orientations continus ont permis l'amélioration du contenu de ce travail ;

La grande famille **BOTON** pour les soutiens moraux et financiers ;

Mes frères, ami(e)s et collègues dont les qualités humaines, spirituelles et le savoir-faire m'ont permis de produire ce travail d'exception. Je me donne le plaisir d'énumérer par-là : **Nelly A. ; Edith A. ; Benjamin M. ; Brice N. ; Norbert T. ; Jonathan C. ; Reine M.** et le couple **MBIDA**.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BEAC : Banque des Etats de l'Afrique Centrale

BSCR : Basic Solvency Capital Requirement

CIMA : Conférence Interafricaine des Marchés d'Assurance

CRCA : Commission Régionale de Contrôle des Assurances

EIOPA: European Insurance and Occupational Pensions Authority

ERM: Enterprise Risk Management

FANAF : Fédération des Sociétés d'Assurances de Droit National Africaines

FCFA : Franc CFA

IAIS : International Association of Insurance Supervisors ou Association Internationale des

IFC : Indemnité de Fin de Carrière

MCR : Minimum Capital Requirement

NAV : Net Asset Value

PM : Provisions Mathématiques

SCR : Solvency Capital Requirement

USP : Undertaking Specific Parameters

TCL : Théorème Central Limite

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Effectif des sociétés par pays	11
Tableau 2 : Primes émises par pays en 2018 (Montant en millions de FCFA).....	12
Tableau 3 : Répartition des primes émises totales (en milliards de \$ US) en 2018. Pénétration & Densité (en \$ US)	12
Tableau 4 : Tarif pour le contrat en temporaire décès	14
Tableau 5 : Situation d'une entreprise en cas de sous provisionnement	15
Tableau 6 : Evolution des différentes branches dans le portefeuille vie et capitalisation de la zone CIMA	18
Tableau 7 : Comparaison des primes dans les branches épargne, mixte et décès	18
Tableau 8 : Bilan société A.....	32
Tableau 9 : Bilan société B.....	32
Tableau 10 : Besoin de financement société A	33
Tableau 11 : Besoin de financement de la société B	33
Tableau 12 : Matrice de corrélation pour le calcul des SCR de base	48
Tableau 13 : A. Tables de mortalité CIMA-F B. Table de mortalité CIMA-H.....	55
Tableau 14 : Matrice de corrélation.....	58
Tableau 15 : Statistiques descriptive des variables quantitatives	63
Tableau 16 : Récapitulatif du calcul du SCR mortalité par le modèle individuel	68
Tableau 17 : Calcul du SCR mortalité par la formule de Solvabilité II.....	69
Tableau 18 : Sensibilité du SCR à la suite de différents chocs.....	70
Tableau 19 : Chocs sur la courbe des taux	85
Tableau 20 : Résumé du calcul du BSCR	85

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les engagements réglementés des entreprises d'assurance (Source : Cours assurance de personne, FANGAN A. Commissaire Contrôleur en Chef à la CIMA)	26
Figure 2 : Tableau récapitulatif des limitations des placements en zone CIMA	28
Figure 3 : Schématisation de la Value at Risk	35
Figure 4 : Architecture comptable de Solvabilité II. Source : Les grands principes de Solvabilité II, L'argus Editions, 2 ^{ème} édition. 2013.....	43
Figure 5 : Les risques pris en compte dans le calcul du SCR dans Solvabilité II	47
Figure 6 : Evolution du taux de mortalité par sexe au Cameroun pour une population adulte de 1000 (Source : Site de la banque mondiale).....	53
Figure 7 : <i>Sensibilité du BE</i>	70
Figure 8 : <i>Sensibilité des SCR</i>	71
Figure 9 : Comparaison des SCR.....	71
Figure 10 : Processus du calcul du SCR	84

RÉSUMÉ

Le risque est au cœur de l'activité d'assurance. La solidité financière et la rentabilité des compagnies d'assurance dépendent alors de la façon dont elles maîtrisent et contrôlent ces différents risques qui découlent de leur fonctionnement.

Le but de ce mémoire est donc de traiter l'analyse et de la gestion des risques dans les entreprises d'assurance vie de la zone CIMA. Ainsi, le contexte actuel du régime de solvabilité de la CIMA porte encore sur les règles forfaitaires de solvabilité I, alors que l'Europe est passé au référentiel de Solvabilité II depuis le 1^{er} janvier 2016. Le régime de solvabilité de la CIMA est basé sur des règles alors que celui de Solvabilité II reflète le profil des risques de chaque entreprise d'assurance.

Ledit mémoire se propose donc, d'identifier d'abord les risques qui menacent la solidité financière des entreprises de la zone CIMA, avec un accent particulier sur les éléments de gestion des risques que prévoit le régulateur des assurances pour contrôler ces risques.

Ensuite, il propose un meilleur cadre réglementaire de gestion des risques qui est celui de Solvabilité II. On s'intéressera essentiellement à la gestion du risque de mortalité, en approximant la charge sinistre totale par un modèle individuel pour calculer le SCR mortalité. On recalcul ce SCR par la formule standard pour voir à quel choc correspondrait le SCR calculé par le modèle individuel. Le portefeuille considéré est constitué de contrats en temporaire décès.

ABSTRACT

Risk is at the heart of the insurance business. The financial strength and profitability of insurance companies then depend on how they control these various risks that arise from their operation.

The purpose of this thesis is therefore to deal with the analysis and management of risks in life insurance companies in the CIMA area. Thus, the current context of CIMA's solvency regime still concerns the flat-rate solvency I rules, while Europe has switched to the Solvency II benchmark since 1 January 2016. CIMA's solvency regime is based on rules while solvency II's regime reflects the risk profile of each insurance undertaking.

That thesis therefore proposes to identify first, the risks that threaten the financial soundness of companies in the CIMA zone, with particular emphasis on the risk management elements provided for by the insurance regulator to control those risks.

Secondly, it proposes a better regulatory framework for risk management, which is that of Solvency II. The focus will be on mortality risk management, by approximating the total claim burden by an individual model to calculate the mortality SCR. This SCR is recalculated by the standard formula to see what shock the SCR calculated by the individual model would correspond to. The portfolio in question consists of temporary death contracts.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES	vi
RÉSUMÉ.....	vii
ABSTRACT	viii
TABLE DES MATIERES	ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
Analyse et gestion des risques.....	2
Besoin d'analyse des risques pour un assureur vie.....	3
Situation règlementaire de la gestion des risques en zone CIMA	4
Problématique et plan du mémoire	5
PARTIE I : RISQUES ET RÉGLEMENTATION EN ZONE CIMA	7
Introduction.....	9
Section 1 : Présentation de la CIMA et des risques auxquels sont confrontées les sociétés vie selon sa réglementation.....	10
A. Présentation de la CIMA	10
1. Les sociétés agréées de la zone CIMA	11
2. Les primes émises.....	11
3. Part des primes émises en Afrique	12
B. Les risques auxquels sont exposées les sociétés vie selon la réglementation de la zone CIMA.....	13
1. Les risques techniques	13
1.1 Le risque de sous tarification	13
1.2 Le risque de sous provisionnement	15
1.3 Les risques de mortalité et de longévité	16
1.4 Le risque de rachat	19
1.5 Les risques liés aux frais généraux	20
2. Les risques de placement.....	21
2.1 Le risque de dépréciation	21
2.2 Le risque de liquidité.....	21

2.3 Le risque de taux	22
2.4 Le risque d'adéquation actif-passif	22
3. Les risques opérationnels et de réassurance	22
3.1 Les risques opérationnels.....	22
3.2 Les risques de réassurance	23
4. Autres risques.....	24
Section 2 : Apport réglementaire dans la gestion des risques dans le référentiel de la CIMA et quelques mesures de risque.	25
A. Apport réglementaire dans la gestion des risques en zone CIMA	25
1. Principe de la suffisance des provisions techniques	26
2. Principe de représentation des provisions techniques par les actifs équivalents	27
3. Principe de la suffisance de marge de solvabilité.....	30
4. Le besoin de financement	31
B. Quelques mesures de risque.....	34
1. La notion de la VaR.....	34
2. La notion de la Tail Value at Risk (TVaR)	35
3. Propriétés désirables des mesures de risque	36
Conclusion partielle de la partie I.....	37
PARTIE II : SOLVABILITE II ET LE RISQUE.....	38
DE MORTALITE.....	38
Introduction	41
Section 1 : Solvabilité II, un meilleur cadre pour la gestion des risques	42
A. Les piliers de Solvabilité II.....	42
1. Pilier 1 : Les exigences quantitatives	42
1.1 Principe.....	42
1.2 Risques pris en compte.....	47
2. Pilier 2 : Les exigences qualitatives et surveillance prudentielle.....	49
2.1 Gestion des risques	50
2.2 Gouvernance	50
3. Pilier 3 : Reporting et communication.....	51
3.1 Reporting à l'autorité de supervision	51
3.2 Communication avec le public.....	51
B. Les éléments de mesure du risque de mortalité et les techniques de modélisation selon Solvabilité II	52

1. Quelques éléments de mesure de la mortalité	52
1.1 Les facteurs influençant la mortalité.....	52
1.2 Les tables de mortalité CIMA, une mesure prudente dans la tarification	54
2. Le risque de mortalité sous Solvabilité II.....	56
2.1 Le module de Souscription Vie	56
2.2 Le sous module de risque mortalité	58
Section 2 : Modélisation du risque de mortalité selon Solvabilité II	61
A. Présentation du contrat, des données d'étude et des modèles de modélisation de la charge sinistre totale	61
1. Présentation du contrat	61
1.1 La garantie « OMEGA »	61
1.2 Présentation des données d'étude.....	62
1.3 Statistiques des variables quantitatives	63
2. Les modèles de modélisation de la charge sinistre totale	63
2.1 Le modèle individuel	63
2.2 Le modèle collectif	65
2.3 Quelques notions mathématiques.....	65
B. Calcul du SCR mortalité.....	66
1. Calcul du SCR mortalité par le modèle individuel.....	66
1.1 Les hypothèses.....	66
1.2 Formulation de la méthode de calcul	67
1.3 Application numérique	68
2. Calcul du SCR mortalité par la formule de Solvabilité II	68
2.1 Rappel des formules et calcul du SCR mortalité	68
2.2 Sensibilité du SCR	70
2.3 Comparaison des SCR choqués avec celui du modèle individuel	71
Conclusion partielle de la partie II.....	72
CONCLUSION GÉNÉRALE	74
BIBLIOGRAPHIE.....	78
ANNEXES	80

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La prise de risque est le fondement de l'activité de toute entreprise d'assurance.

L'opération d'assurance correspond à un transfert de risque de l'assuré vers l'assureur. Moyennant le paiement anticipé d'une prime, l'assuré se voit garantir le versement d'une prestation ou la réalisation d'un service en cas de survenance d'un risque.

Pour les différents risques qu'ils prennent, les assureurs doivent impérativement analyser, gérer et mettre sur pieds des dispositifs adéquats de gestion efficace de ces risques.

Analyse et gestion des risques

Les événements récents des années 2000, comme les scandales financiers d'ENRON¹, la crise économique mondiale de 2008 et la tempête à Wall Street marquée par la faillite de Lehman Brothers et l'effondrement boursier du réseau mondial d'assurance dommages et responsabilité de AIG², ont révélé non seulement, l'urgence et l'exigence de maîtriser les risques auxquels font face les entreprises, mais aussi l'importance de la gestion des risques dans les institutions financières.

Qu'est-ce que donc le risque et en quoi consiste la gestion des risques ?

Dans le cadre de leurs activités économiques, les entreprises s'exposent à des risques qui nécessitent d'être appréhendés, évalués et gérés par les chefs d'entreprises. Le risque est le danger que présente une activité, une organisation ou une situation. Selon la norme ISO 31000³, il est défini comme « l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs ». C'est-à-dire un événement incertain (aléatoire) qui pourrait se produire indépendamment de la volonté de l'assuré. Il peut s'agir d'un événement dont on craint les conséquences financières, mais il se peut également que ce soit un événement positif (avoir atteint l'âge de la retraite par exemple). La gestion des risques permet donc d'identifier les dangers pouvant nuire à

¹ Société US du secteur de l'énergie qui est à l'origine du plus grand scandale financier ayant causé sa faillite en 2001

² American International Group

³ Référentiel ISO Guide 73 – Vocabulaire du management du risque qui a été revu lors du développement de la norme ISO 31000 : 2009 – Management du risque

l'activité des assureurs et de mettre en place des mesures préventives pour amoindrir les conséquences néfastes de la survenance de l'événement redouté.

Pour un assureur vie, la gestion des risques est une démarche qui consiste à identifier, prévenir et résoudre les risques qui peuvent surgir dans le cadre des activités de l'entreprise en raison de son organisation, de son personnel ou encore de sa politique économique. C'est pourquoi l'analyse des risques est donc le cheminement qui permet d'identifier et analyser les problèmes potentiels pouvant avoir un impact négatif sur des initiatives commerciales ou des projets critiques afin d'aider les organisations à éviter ou atténuer ces risques. Une bonne analyse des différents risques permettra une meilleure connaissance des risques afin de limiter les conséquences négatives qui découleront de sa survenance.

Besoin d'analyse des risques pour un assureur vie

L'assurance vie est une assurance permettant de garantir le versement d'une somme d'argent (sous forme de capital ou de rente) à la survenance d'un événement aléatoire lié à la vie de l'assuré (son décès ou sa survie à une date définie). Plus formellement, un contrat d'assurance vie est un contrat par lequel une personne morale (l'assureur) s'engage envers autrui (le souscripteur), en échange du versement d'une ou plusieurs primes), à verser à une personne désignée dans le contrat (le bénéficiaire) un capital ou une rente, en cas de vie ou de décès de l'assuré pendant la durée du contrat.

Les assureurs collectent donc des primes auprès des assurés, qui serviront à acquérir plusieurs actifs financiers tels que les actions, les obligations, les immeubles etc. sur les marchés financiers. Si le taux de rémunération des obligations est souvent fixe (mais peut fluctuer à la hausse ou à la baisse), les revenus issus des actions détenues dans les entreprises par les assureurs ne le sont pas toujours, et cela, du fait que les résultats annuels sont volatiles la plupart du temps. En contrepartie des primes, les entreprises d'assurance vie constituent des provisions techniques qui ne sont que des montants qu'elles mettent de côté pour respecter à tout moment leurs engagements vis-à-vis des

assurés. Ces provisions constituent le gros poste du passif pour les assureurs vie qui nécessitent d'être surveillées de près, afin d'assurer un adossement parfait avec les actifs pour palier à un risque d'illiquidité ou à un déficit du côté des assureurs. Aussi, il est essentiel que les assureurs fassent des placements judicieux pour assurer le service des taux qu'ils garantissent aux assurés.

En ce qui concerne les risques qu'ils assurent, l'assureur vie n'en a pas une meilleure connaissance que l'assuré lui-même. Il se doit donc de mener une bonne sélection de ces derniers afin de réduire l'aléa morale d'une part et l'antisélection d'autre part.

L'autre raison de la nécessité d'analyser les risques pour un assureur vie est l'inversion de son cycle de production. Dans un cycle économique classique, le prix de revient d'un bien est connu avant sa mise en vente en fonction de son coût de fabrication, puis le vendeur va recevoir le paiement du prix du bien et en échange livrera celui-ci à l'acquéreur. Contrairement à la situation classique, l'assureur demande une prime d'assurance à l'assuré sans connaître le montant réel des sinistres que ce dernier est susceptible de subir. Lorsque le risque survient avec un niveau élevé, son impact pourrait s'avérer trop couteux à l'assureur.

Par ailleurs, les actionnaires espèrent aussi à leur tour, un retour sur leurs investissements (dividendes) et l'entreprise devra vivre longtemps. Autant de raisons pour que les assureurs vie disposent d'une bonne politique d'analyse des risques qu'ils courent pour être financièrement solides et rentables.

Situation réglementaire de la gestion des risques en zone CIMA

En raison de la particularité du secteur des assurances, l'urgence d'une bonne réglementation s'impose pour encadrer les activités des assureurs. Dans la zone CIMA par exemple, il est essentiellement prévu une gestion des risques basée sur les trois piliers de Solvabilité I à savoir :

- Les entreprises d'assurances doivent à toute époque être en mesure de justifier des provisions techniques suffisantes pour le règlement intégral de leurs engagements vis-à-vis de leurs assurés ou bénéficiaires de contrats,
- Les provisions techniques doivent être représentées par des actifs d'un montant équivalent et d'une certaine qualité,
- L'assureur doit disposer d'une marge de solvabilité suffisante.

Cette réglementation ne prend pas en compte tous les risques inhérents au métier de l'assurance, si ce n'est de manière imparfaite. En assurance vie par exemple, elle tient compte partiellement des risques viagers et de placement financier, mais d'autres risques comme les risques de contrepartie, les risques opérationnels et les risques de rachat ne sont pas couverts et que notre réglementation devra prendre en compte.

Dans cet environnement en perpétuel mutation, où l'Europe est passé du cadre réglementaire de Solvabilité I, qui était basé sur des règles, à celui de Solvabilité II dont le but est de permettre une bonne gestion des risques aux seins des entreprises d'assurance, il se doit d'analyser les conditions d'un éventuel passage à Solvabilité II en zone CIMA.

Problématique et plan du mémoire

Sous le thème : **“Analyse et gestion des risques menaçant la solidité financière et compromettant la rentabilité d'une société vie en zone CIMA”**, l'objectif de ce mémoire sera d'exposer quelques pistes d'amélioration de la gestion des risques en zone CIMA. Spécifiquement, nous chercherons à savoir si le choc de 15% exigé par Solvabilité II pour le risque de mortalité est le même pour un portefeuille d'assurance décès du Cameroun.

Pour ce faire, deux parties seront abordées dans la suite. Dans la première partie, il sera question de présenter la CIMA et d'identifier les risques auxquels sont exposées les entreprises d'assurance vie de la zone (Section I).

Dans la présentation des sociétés de la zone CIMA (A), nous donnerons les chiffres concernant les primes émises par branche dans zone. Ensuite, nous présenterons les risques techniques, les risques de placement, les risques de réassurance et les risques de

défaut des partenaires privilégiés (B). Un accent particulier sera mis sur le dispositif réglementaire de gestion des risques de la zone (Section II). Il s'agira de voir les piliers de Solvabilité 1 puis le besoin de fonds dans le contexte de cette réglementation et une revue de la littérature sur quelques mesures de risque.

Dans la deuxième partie de ce mémoire, nous parlerons de solvabilité II comme un cadre qui permettra l'amélioration de la gestion des risques. En effet, les trois piliers de cette réglementation seront présentés dans un premier temps (Section I), puis nous nous pencherons sur la modélisation du risque de mortalité (Section II). Cette modélisation sera le calcul du SCR mortalité sur un portefeuille de temporaire décès de la zone CIMA, par la modélisation de la charge sinistre totale selon un modèle individuel. Ensuite, nous comparons le résultat avec le SCR de Solvabilité II pour en déduire à quel choc correspondrait le résultat du modèle individuel.

PARTIE I : RISQUES ET RÈGLEMENTATION EN ZONE CIMA

SECTION I : Présentation de la CIMA et des risques auxquels sont confrontés les assureurs vie de la zone

- A. Présentation de la CIMA
 - 1. Les sociétés agréées de la zone CIMA
 - 2. Les primes émises
 - 3. Part des primes émises en Afrique
 - 4. Les placements
- B. Les risques auxquels sont exposées les société vie selon la réglementation de la zone CIMA
 - 1. Les risques techniques
 - 2. Les risques de placement
 - 3. Les risques opérationnels et de réassurance
 - 4. Autres risques

SECTION II : Apport règlementaire dans la gestion des risques dans les référentiels de la CIMA et de Solvabilité II

- A. Apport règlementaire de la gestion des risques en zone CIMA
 - 1. Principe de suffisance des provisions techniques
 - 2. Principe de représentation des provisions par des actifs équivalents
 - 3. Principe de la suffisante de la marge de solvabilité
 - 4. Le besoin de financement
- B. Quelques mesures de risque
 - 1. La notion de la VaR
 - 2. La notion de la Tail Value at Risk (TVaR)
 - 3. Propriétés désirables des mesures de risque

Introduction

Préserver l'intérêt des bénéficiaires de contrats et assurer la solvabilité des entreprises d'assurances sont les missions principales que se donne la CIMA dans l'exercice de ses fonctions. Pour y parvenir, la réglementation impose des règles de prudence à observer par les assureurs. L'ensemble de ces règles est connu sous le nom de **solvabilité I**, qui est l'ancien référentiel en vigueur de la zone euro. Cette dernière est passée à la nouvelle réforme connue sous le nom de **solvabilité II**, le 01 janvier 2016. L'objectif visé par ce passage est de permettre aux assureurs de mieux maîtriser et de gérer les différents risques encourus au sein de leurs entreprises parmi lesquels, les risques techniques ; les risques financiers et les risques opérationnels.

Pour mieux appréhender ce qui précède, il sera donc question pour nous dans ce chapitre, de présenter tout d'abord la zone CIMA et les risques auxquels sont exposées les entreprises d'assurances vie (I) ; puis faire ressortir les éléments réglementaires qui permettent la gestion des risques en zone CIMA ainsi que quelques mesures de risque de la littérature (Section II).

Section 1 : Présentation de la CIMA et des risques auxquels sont confrontées les sociétés vie selon sa réglementation.

La section suivante est réservée à la présentation de la CIMA ainsi que des risques inhérents à l'activité dans le secteur.

A. Présentation de la CIMA

À la suite des conclusions des études réalisées et les projets élaborés par les ministres de la zone franc, dû au fait de la non prise en compte du secteur des assurances dans l'élaboration des programmes d'ajustements structurels après la crise économique de 1980, c'est en ce sens que la CIMA a vu le jour le 10 juillet 1992 à Yaoundé, par l'accord d'un traité instituant une organisation intégrée sur l'industrie des assurances dans les Etats africains signés par ces derniers. Les quatorze (14) Etats signataires du traité sont : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, République Centrafricaine, Comores, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée Equatoriale, Mali, Niger, Sénégal, Tchad, Togo.

Ce traité avait pour objectifs principaux entre autres de :

- Renforcer la coopération dans le domaine des assurances dans les Etats membres ;
- Faciliter les conditions d'un développement et d'un assainissement des entreprises d'assurances.

La CIMA dans le but de mener à bien ses missions, a mis sur pieds plusieurs organes à savoir le Conseil des Ministres (organe directeur) ; le Secrétariat Général (organe exécutif) ; La Commission Régionale de Contrôle des Assurances (CRCA) ; et les Directions Nationales des Assurances (DNA). Au travers de ces organes, l'organe régulateur de la conférence est CRCA. Elle est chargée du contrôle des sociétés d'assurances, assure la surveillance et concourt à l'organisation des marchés nationaux. Elle donne son avis sur les demandes d'agrément des sociétés, veille au respect des dispositions du code des assurances et possède des pouvoirs de sanction qui vont de l'avertissement au retrait d'agrément.

Les indicateurs clés de la zone sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

1. Les sociétés agréées de la zone CIMA

Au 31 décembre 2018⁴, les sociétés dans la zone se présentent par pays comme l'indique le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Effectif des sociétés par pays

Pays	Non Vie	Vie	Total	Proportion
Bénin	9	7	16	8,8%
Burkina Faso	8	8	16	8,8%
Cameroun	17	10	27	14,8%
Centrafrique	2	1	3	1,6%
Congo	5	2	7	3,8%
Côte d'Ivoire	21	12	33	18,1%
Gabon	7	4	11	6,0%
Guinée Bissau	0	0	0	0,0%
Guinée Equatorial	3	1	4	2,2%
Mali	9	3	12	6,6%
Niger	6	2	8	4,4%
Sénégal	19	10	29	15,9%
Tchad	2	1	3	1,6%
Togo	7	6	13	7,1%
Total	115	67	182	100,0%

Source : Rapport annuel CIMA 2018

De l'analyse de ce tableau, il ressort donc que la CIMA compte cent quatre-vingt-deux sociétés d'assurance au 31 décembre 2018 dont 67 sociétés en vie.

2. Les primes émises

L'ensemble des primes émises au 31 décembre 2018 dans la zone CIMA sont renseignées dans le tableau suivant :

⁴ En raison de la non-disponibilité des rapports des dernières années, nous présentons le dernier rapport qui est celui de l'année 2018

Tableau 2 : Primes émises par pays en 2018 (Montant en millions de FCFA)

Pays	Non Vie	Vie	Total	Proportions
Bénin	36 644	20 317	56 961	4,7%
Burkina Faso	49 133	32 658	81 791	6,8%
Cameroun	142 781	63 910	206 691	17,2%
Centrafrique	5 084	0	5 084	0,4%
Congo	53 764	4 146	57 910	4,8%
Côte d'Ivoire	204 416	155 141	359 557	29,9%
Gabon	76 914	20 483	97 397	8,1%
Guinée Equatorial	7 398	0	7 398	0,6%
Mali	37 760	10 390	48 150	4,0%
Niger	24 371	7 033	31 404	2,6%
Sénégal	113 569	61 789	175 358	14,6%
Tchad	11 413	795	12 208	1,0%
Togo	31 876	29 360	61 236	5,1%
Total	795 123	406 022	1 201 145	100,0%
Proportions	66%	34%	100%	

Source : Rapport annuel CIMA 2018

Il ressort de ces chiffres que les principaux marchés de la zone sont ceux du Cameroun, de la Côte d'Ivoire et du Sénégal. Au 31 décembre 2018, le montant total de prime émises s'élève à 1 201,145 milliards de FCFA dont 33,8% dans la branche vie.

3. Part des primes émises en Afrique

Au 31 décembre 2018, les primes émises en Afrique sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Répartition des primes émises totales (en milliards de \$ US) en 2018.

Pénétration & Densité (en \$ US)

Zones	Primes émises directes	Taux de pénétration	Densité de l'assurance
Afrique	68,38	2,98%	54
Afrique du Sud	48,27	12,89%	840
Maroc	4,48	3,91%	127
Kenya	2,13	2,42%	42
Nigeria	1,22	0,33%	13
FANAF (Zone des 12 pays)	2,06	0,96%	10,68

Source : Rapport FANAF 2018

Cette étude concerne 12 pays membres de la FANAF : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, République Centrafrique, Congo Brazzaville, Côte d'Ivoire, Gabon, Mali, Niger, Sénégal, Tchad et Togo.

B. Les risques auxquels sont exposées les sociétés vie selon la réglementation de la zone CIMA

Nombreux sont les risques auxquels les assureurs de la zone CIMA font face. Entre autres, nous avons les risques techniques, les risques de placement, les risques opérationnels, de réassurance, etc.

1. Les risques techniques

Ce sont les risques liés à l'exploitation de l'assurance. Nous décrivons ici une liste non exhaustive de risques techniques :

1.1 Le risque de sous tarification

Ce risque est lié à la nature même de l'opération d'assurance. L'assureur vie propose des tarifs selon les analyses effectuées sur le risque qu'il vise couvrir. Cependant, les éléments techniques (l'âge, les tables de mortalité) qui servent de base pour obtenir ces tarifs peuvent être biaisés pour plusieurs raisons.

D'abord, les assurés ont une meilleure connaissance du risque qu'ils transfèrent mieux que l'assureur. Or, ce dernier produira un tarif qui reflèterait les éléments dont il a connaissance.

Au Cameroun par exemple et à l'instar des pays de la zone CIMA, le phénomène de réduction de l'âge est devenu presque un sport national⁵ et prend au fil des jours des proportions pour le moins inquiétantes. Les parents se livraient à cette pratique pour des raisons d'échec scolaire de leur enfant, mais aujourd'hui, les jeunes gens le font dans le but de quitter l'école étant très jeune pour multiplier les chances de décrocher un emploi à la

⁵ Voir « [Quel âge avez – vous ?](#) » : une question très embarrassante au Cameroun - Come4News

fonction publique puisque l'âge limite pour intégrer la fonction publique camerounaise est de 35 ans. Par ailleurs, certains travailleurs se livrent à cette pratique dans le but de prolonger leur date de départ à la retraite surtout que la retraite est perçue dans la zone comme une sanction illégale. Pourtant, dans le code pénal camerounais, il est puni d'une amende allant de 40 000 à 2 millions de francs CFA, et à des peines d'emprisonnements de 10 à 20 ans, toute personne qui se ferait délivrer frauduleusement un acte de naissance.

La conséquence de cette pratique pour l'assureur est qu'il proposera un tarif (surtout pour les contrats en cas de décès puisque l'espérance de vie diminue avec l'âge) qui serait en dessous de celle qu'il aurait proposé si l'assuré avait donné son vrai âge. Formellement, montrons par un simple exemple l'impact que cette pratique de la réduction de l'âge peut avoir sur la tarification d'un assureur.

- **Cas pratique**

Soit une « temporaire décès » de 5 ans qui garantit un capital de 500 000 FCFA si l'assuré décède au cours du contrat. Les informations concernant le contrat et la prime payée sont consignées dans le tableau suivant et les détails du calcul de la prime en annexe I :

Tableau 4 : Tarif pour le contrat en temporaire décès

Capital	Durée	Âge Normal	Âge déclaré
500 000	5 ans	55	50
	Prime Unique	24 054	17 995

D'après le tableau, l'assuré payera une prime de 17 995 au lieu de 24 054 s'il avait donné son âge réel. Soit donc un écart de 6060 qui sera à la charge de l'assureur.

En outre, les tables de mortalité qu'utilisent les assureurs peuvent aussi induire un biais dans les tarifs en ce sens que la mortalité évolue avec l'âge. Dans la zone CIMA, la réglementation impose aux assureurs, l'utilisation des tables prudentes pour les tarifs en cas de vie et en cas de décès, afin d'obtenir des tarifs qui surévaluent le risque.

1.2 Le risque de sous provisionnement

Les provisions techniques représentent plus de 80% des dettes d'une entreprise d'assurance. Elles représentent les engagements contractuels de l'entreprise envers les assurés et les bénéficiaires de contrats. Seulement que ces engagements ne sont pas connus de façon exacte, mais ils sont évalués, et l'assureur peut se tromper dans ses évaluations. Les causes d'erreurs dans les provisions sont multiples :

- fluctuation des taux d'intérêts sur les marchés financiers ;
- allongement de la durée de la vie ;
- changement de la pente de l'inflation (ce qui a des effets sur le coût des sinistres et les frais de gestion de l'assureur) ;
- éléments de techniques d'estimation peu fiable.

Un sous provisionnement impact doublement la situation financière des entreprises de la zone :

- Elévation des fonds propres

En effet, les charges qui auraient dû être comptabilisées dans l'exercice inventorié sont reportées sur l'avenir et pèseront donc sur les résultats des prochains exercices. Prenons l'exemple d'une compagnie vie dont l'actif est échangé, on a :

Tableau 5 : Situation d'une entreprise en cas de sous provisionnement

Actif Total	[1]	[2]
	100	100
Provisions techniques	90	85
Autres dettes	5	5
Fonds propres	5	10
Passif Total	100	100

La situation [2] montre que les provisions techniques sont diminuées de 5%, doublant ainsi les fonds propres comptables.

- Faux jugement sur l'équilibre de l'exploitation

Lorsqu'un assureur sous-estime les provisions destinées à couvrir les sinistres par exemple, il risque de prendre des initiatives commerciales pour développer la vente de certains produits qu'il juge rentables, alors qu'en fait, ces produits s'avèreront ultérieurement déficitaires, ce qu'un provisionnement correct aurait mis plus rapidement en évidence.

1.3 Les risques de mortalité et de longévité

➤ Le risque de mortalité

Le risque provient de l'augmentation du taux de mortalité par rapport à ce qui était prévu par l'assureur. En Afrique et particulièrement dans la zone CIMA, il n'est pas facile aux individus de faire face financièrement au décès d'un membre de la famille, d'un ami ou d'un proche. C'est une conséquence du niveau de vie de la population de la zone. En effet, outre le Cameroun, la Côte d'Ivoire et le Sénégal, les pays de la CIMA sont pour la plupart à revenu faible et la population est relativement pauvre. Or, la mortalité présente une tendance décroissante avec l'âge dans le monde. Ce qui veut dire que plus l'on vieillit en âge et plus la probabilité de décéder augmente. Pour faire face à cela, l'assurance-décès est devenu de plus en plus un recours sans précédent. Mais la couverture du risque de mortalité que présentent les contrats en cas de décès peut avoir un impact significatif sur la solvabilité des compagnies d'assurance. Par un exemple nous montrons formellement l'impact financier de ce risque pour les assureurs de la zone.

Cas pratique : Cas d'ACAM Vie

Supposons un contrat prévoyance décès groupe de ACAM Vie pour une mutualité de 1000 assurés dont le taux de décès espéré est de 5/1000 annuellement. On s'attend donc à ce qu'il y ait 5 décès au courant de l'année. En supposant que le capital garanti est de 1 millions de FCFA par tête d'assuré, ACAM Vie espère payer un montant de $5 * 1\,000\,000 = 5\,000\,000$ FCFA au titre des décès de la mutualité. Sur cette base, elle répartit la prime à payer par tête comme suit : $\frac{5\,000\,000}{1\,000} = 5\,000$ FCFA

Cependant, il peut s'avérer que le taux de décès effectif soit de 15/1000, soit un capital de 15 000 000 FCFA à payer pour cette mutuelle au titre de l'année considérée. ACAM Vie

enregistre donc un déficit de $15\,000\,000 - 5\,000\,000 = 10\,000\,000$ FCFA pour la couverture de cette mutuelle.

Ce déficit sera puisé dans les fonds propres de la compagnie pour respecter l'engagement pris. S'il arrive qu'un déficit s'observe sur un grand nombre de contrat, les fonds propres pourraient être insuffisants et donc ACAM Vie sera amenée à les reconstitués afin de respecter l'exigence règlementaire des fonds propres. Et ceci ne serait pas sans conséquence puisque les actionnaires ne seront pas toujours disposés à investir sans avoir un retour sur investissement. Le risque de mortalité doit être donc modélisé et géré à part entière dans les entreprises d'assurance.

Il est important de voir l'urgence de la prise en compte de ce risque dans les entreprises d'assurance de la zone CIMA. C'est ce que nous essayerons de montrer dans les lignes qui suivent en présentant les chiffres sur les différentes branches en vie et capitalisation de la zone.

- **Les chiffres sur les contrats décès de la zone CIMA**

Dans le tableau qui suit, nous présentons l'évolution des primes dans les différentes branches du portefeuille vie et capitalisation de zone CIMA entre 2016 et 2018.

D'après ce tableau, il ressort que la branche épargne est celle qui détient la part importante des primes pour les assurances individuelles, avec un pourcentage annuel de 47%, 46% et 48% respectivement entre 2016, 2017 et 2018. Pour ces mêmes années, ces taux sont respectivement de 54,9%; 58,9 et 56,5% pour la branche épargne collective.

Tableau 6 : Evolution des différentes branches dans le portefeuille vie et capitalisation de la zone CIMA

Catégories en assurance vie et capitalisation		2016		2017		2018	
		Montant	% Primes	Montant	% Primes	Montant	% Primes
Assurance Individuelles	Contrat en cas de vie	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
	Contrat en cas de décès	13 488	8,7%	15 919	9,3%	18 225	9,5%
	Mixte	60 822	39,2%	66 010	38,6%	69 995	36,6%
	Epargne	74 011	47,6%	80 105	46,8%	92 500	48,3%
	Titre de capitalisation	6 504	4,2%	8 669	5,1%	9 649	5,0%
	Complémentaire	521	0,3%	515	0,3%	988	0,5%
	Total Individuelles	155 346	100,0%	171 218	100,0%	191 357	100,0%
Assurances Collectives	Contrat en cas de vie	273	0,2%	556	0,3%	572	0,3%
	Contrat en cas de décès	69 111	38,9%	73 484	36,0%	80 844	38,3%
	Mixte	1 753	1,0%	1 900	0,9%	1 891	0,9%
	Epargne	97 493	54,9%	120 161	58,9%	119 047	56,5%
	Titre de capitalisation	8 444	4,8%	7 543	3,7%	7 838	3,7%
	Complémentaire	585	0,3%	500	0,2%	615	0,3%
	Total Collectives	177 659	100,0%	204 144	100,0%	210 807	100,0%
Acceptation vie		2 997	100%	3 716	100%	3 858	100%
Total CIMA		336 002	100%	379 078	100%	406 022	100%

Source : Rapport annuel CIMA 2018

Nous déduisons aussi de ce tableau les résultats ci-après :

Tableau 7 : Comparaison des primes dans les branches épargne, mixte et décès

		% Primes 2016	%Primes 2017	% Primes 2018
Individuel	Contrat décès	47,8%	47,9%	46,1%
	Epargne	47,6%	46,8%	48,3%
Collectif	Contrat décès	39,9%	36,9%	39,2%
	Epargne	54,9%	58,9%	56,5%

Source : Rapport CIMA 2018

Comme les contrats mixtes et ceux en cas de décès reflètent le risque de mortalité et s'avèrent importants pour la zone CIMA (en termes de part de marché en assurance vie), nous allons donc modéliser les risques sur la mortalité dans la deuxième partie de ce mémoire.

➤ Le risque de longévité

La longévité est un terme qualifié pour désigner l'allongement de la vie (cf KACEM H. [2014]). Il provient de l'augmentation de la durée de vie des assurés estimée par l'assureur dans le cadre des contrats en cas de vie ou en cas de décès. C'est un risque important pour les assureurs, les institutions de prévoyance et les fonds de pensions qui proposent des garanties de rentes viagères. Pour un contrat de rente viagère où les primes sont déjà payées par exemple, l'allongement de la vie de l'assuré va automatiquement augmenter les engagements de l'assureur préalablement estimées (augmentation de la durée de versement d'une rente). C'est-à-dire, l'assureur se verra payer à l'assuré, plus que les prévisions actuarielles prise en compte lors de la cotation du contrat. L'excédent de prestation versé revient à la charge de l'assureur qui peut par conséquent faire des pertes. Par exemple, une telle modification de la mortalité induirait une réduction de la duration du passif, l'actif n'ayant lui pas été modifié, l'assureur se retrouverait ainsi à devoir gérer un risque actif/passif. On peut d'ailleurs noter que cette situation peut se rapprocher de ce qui a été dit sur le risque des taux, car une augmentation soudaine de la mortalité causée par une catastrophe ou une épidémie pourrait obliger à réaliser des moins-values latentes, ce qui serait évidemment dommageable pour l'assureur (cf LE DILY S. [2011]).

1.4 Le risque de rachat

Un des risques qui pèse sur les assureurs et dont les entreprises peinent à maîtriser est le risque de rachat. Le rachat veut dire simplement un retrait, c'est-à-dire, l'assuré entre en possession de tout ou une partie de l'épargne constitué dans son contrat.

Techniquement, le rachat est une option qui permet au souscripteur de retirer en partie ou en totalité sa provision mathématique (PM). Le rachat total consiste à rompre le contrat par le paiement anticipé au souscripteur d'un montant appelé valeur de rachat égal à la PM du contrat diminuée d'une pénalité (cf DJOUONTU Rodrigue [2017]).

Le rachat peut être partiel (l'assuré récupère une fraction du capital constitué) ou total (l'assuré récupère l'intégralité du capital constitué, ce qui met fin au contrat). Les deux types de rachat sont les rachats structurels et les rachats conjoncturels.

- **Le rachat structurel**

Ce type de rachat vient du besoin urgent d'argent des assurés en vue de satisfaire un besoin d'ordre sanitaire, familial, professionnel, etc. En effet, la baisse du taux des revenus des ménages dans les pays de la zone CIMA fait que la population ne dispose pas toujours des fonds suffisants pour faire face à des situations imprévisibles comme un parent qui a son enfant malade et qui doit subir une opération très coûteuse.

- **Le rachat conjoncturel**

Dans ce cas de rachat, il ne s'agit pas de besoin de fonds pour l'assuré mais plutôt d'une recherche de profit par ce dernier. Un exemple est qu'un assuré averti des taux disponible sur le marché peut effectuer un rachat pour bénéficier de meilleur intérêt que celui proposé par l'assureur. Mais dans la zone CIMA où le marché financier est encore embryonnaire, le rachat conjoncturel peut être la conséquence du départ d'un commercial d'une entreprise d'assurance qui entraîne par le fait tous ses clients.

Une première conséquence de ce risque pour l'assureur est le risque de liquidité. En effet, plus les assurés font les rachats et plus l'assureur se doit de disposer des actifs très liquides pour assurer ces imprévus liés aux rachats.

Les rachats peuvent aussi entraîner à long terme, une ruine de l'entreprise en ce sens que si aucun contrat n'évolue jusqu'à terme, les prévisions de l'assureur sont remises en cause, ce qui causerait des pertes pour ces derniers.

1.5 Les risques liés aux frais généraux

Les frais généraux ici sont essentiellement constitués des frais permettant à l'assureur de faire face aux salaires des employés, le loyer de location des locaux, le marketing, etc. Dans le contexte de la zone CIMA, il n'est pas rare de constater que certains responsables des entreprises d'assurance se permettent un niveau élevé de salaire et des luxes qui pèsent sur les charges de l'entreprise. Il faudrait maîtriser non seulement le niveau des charges dans les sociétés d'assurance puis définir de bonne politique de marketing minimisant les charges de l'assureur. Lorsque ces éléments ne sont pas maîtrisés, la situation financière de l'entreprise est exposée car les chargements alloués aux frais dans la tarification

seraient insuffisants et donc les fonds propres seraient toujours sollicités pour compenser les déficits de frais.

2. Les risques de placement

Du fait de la durée qui s'écoule entre les primes collectées par l'assureur et les prestations qu'il verse, ce dernier dispose donc de fonds considérables qu'il s'efforce de gérer le mieux possible pour tenir ses engagements. Cette gestion nécessite la constitution de provisions suffisantes, qui sont placées sur les marchés financiers et doivent être représentées par des actifs de qualité.

Nombreux sont les risques auxquels sont exposés les placements des assureurs vie :

2.1 Le risque de dépréciation

C'est le risque lié à la dévaluation des placements due à une crise boursière ou immobilière, d'une modification des cours de change (pour actifs en devises), d'une hausse des taux d'intérêt sur les marchés financiers (baisse corrélative du cours des obligations cotées), de la défaillance d'un débiteur (obligations non cotées).

Pour la zone CIMA, la défaillance d'un débiteur est le scénario le plus probable en ce sens que les assureurs sont obligés selon la réglementation, de respecter le principe de localisation que nous définirons plus tard (Section II). Ceci s'explique par le fait que le marché financier de la zone est toujours embryonnaire et aussi que les placements doivent respecter un certain nombre de règles que nous verrons par la suite (Section II).

2.2 Le risque de liquidité

C'est le risque relatif à la capacité de l'assureur à payer ses dettes lorsqu'elles viennent à échéance. En effet, du fait que les actifs dont dispose l'assureur ne sont pas tous liquides, il peut être confronté à des difficultés pour convertir, dans de bonnes conditions, ses placements en liquidité lors du paiement de ses engagements échus. Cela peut s'expliquer d'une part, par la rétention par les courtiers d'une part importante des primes, d'une crise immobilière (rendant les cessions impossibles), etc. d'autre part, l'assureur vie est exposé en cas d'une hausse des taux d'intérêt à une vague massive de demande de rachat des

assurés qui souhaitent transférer leur épargne sur des produits plus rentables. Du même fait, le cours des obligations affectées à la représentation des provisions mathématiques baisse, et l'assureur va être obligé d'en réaliser des pertes pour dégager de la trésorerie.

2.3 Le risque de taux

Comme décrit précédemment, la hausse des taux d'intérêt sur les marchés financiers a pour conséquence, la dépréciation de certains actifs lorsque les assurés vie désirent récupérer leurs investissements. Par ailleurs, en cas de baisse de taux, le taux garanti aux assurés serait au-dessus du taux de rendement des actifs financiers. Ainsi, si ce taux va en diminuant, l'assureur ne sera plus en mesure de servir le taux garanti sur les différents contrats.

2.4 Le risque d'adéquation actif-passif

Le risque réside dans le fait que les variations du passif et de l'actif ne soient pas parallèles, et qu'il en résulte des pertes pour l'assureur. C'est donc pour cette raison que les provisions techniques doivent à tout moment être couvertes par des actifs appropriés peu importe les fluctuations du marché influençant la valeur et le rendement des actifs.

3. Les risques opérationnels et de réassurance

Après une courte description des risques opérationnels, nous exposerons quelques risques liés à la réassurance dans la zone.

3.1 Les risques opérationnels

Ce sont des risques imputables aux ressources humaines de l'entreprise, aux procédures qui y sont mises en place et aux systèmes informatiques. Le risque opérationnel est le risque de pertes de valeur liées à des processus internes défaillants ou inadaptés ou à des événements externes. Le risque opérationnel recouvre donc le risque d'image de l'entreprise, les risques de dysfonctionnement des procédures internes, les attaques extérieures, les fraudes internes et externes. À titre d'exemple, les cyber risques menacent de plus en plus les entreprises et recouvrent les pertes financières, les risques de réputation, les dénis de service. Ces risques sont liés à des failles des systèmes

d'information permettant des attaques externes. Le risque juridique, le risque de fraude, le risque de réputation sont donc des risques opérationnels (cf TRAINAR P., THOUROT P. [2017]).

3.2 Les risques de réassurance

Il comprend les risques techniques et de débiteur défaillant.

- Le risque technique

La réassurance est un moyen pour l'assureur de transférer tout, ou une partie des risques qu'il a souscrits. Avec le réassureur, l'assureur vie mutualise les différents risques. Techniquement, la réassurance permet à l'assureur :

- de céder les risques au-delà d'un seuil de conservation, ce qui rend homogène le portefeuille de ce dernier ;
- une couverture des sinistres excédentaires qui peuvent survenir.

En ce qui concerne les traités de réassurance, ils doivent protéger l'assureur contre les débordements de sinistre dits de catastrophes. Mais il ne faut pas que les assureurs cèdent de ce fait tous les sinistres dont ils ne maîtrisent au réassureur. Cela peut entraîner une cession du corps de la distribution de la sinistralité du portefeuille des assurés. Une bonne politique de réassurance se doit d'être adaptée pour permettre que seule la queue (ou les sinistres extrêmes) de distribution fasse l'objet de réassurance. L'adéquation des traités de réassurance est donc à surveiller pour éviter la défaillance des entreprises d'assurance.

- Le risque de défaillance d'un réassureur débiteur

Comme dit précédemment, par les traités de réassurance, le réassureur prend à sa charge une partie des prestations de l'assureur. Ce dernier inscrit donc au bilan, une provision technique à la charge de l'assureur. Mais en cas de défaillance du réassureur, l'assureur est le seul responsable du paiement de la totalité des sinistres. Ceci vient du fait que l'assuré n'a aucun lien contractuel avec le réassureur. Si des précautions ne sont pas prises, la défaillance d'un réassureur peut ébranler la solidité financière d'une entreprise.

4. Autres risques

Les autres risques que nous aborderons ici sont les risques de défaillance d'un partenaire privilégié. Il s'agit des courtiers, des actionnaires, etc. En effet, un courtier peut exercer une pression sur la politique tarifaire d'un assureur en matière d'acceptation des risques, s'il est l'apporteur principal de ce dernier. Il faut donc une limitation des fonds que les assureurs laissent à la disposition des courtiers puis disperser les apporteurs d'affaire pour ne laisser un producteur influencer la politique commerciale.

Par ailleurs, les assureurs font recours aux actionnaires pour l'augmentation de fonds propres en cas de déficit dans une branche de leur activité. Mais si ces derniers sont défaillants, l'entreprise se retrouverait dans une situation dont les conséquences pourraient aller au retrait d'agrément.

Dans le contexte où les assureurs sont exposés à différents risques, la réglementation de la zone CIMA permet de prendre en compte, la gestion de certains de ces risques. Nous présenterons dans la suite, quelques éléments de la réglementation en zone CIMA permettant la gestion des risques.

Section 2 : Apport réglementaire dans la gestion des risques dans le référentiel de la CIMA et quelques mesures de risque.

En raison de la particularité du secteur des assurances, l'importance d'une bonne réglementation pour le bon encadrement de l'activité d'assurance n'est plus à démontrer. En effet, les assureurs vie collectent un volume important de primes qu'ils investissent sur les marchés financiers pour satisfaire les engagements (à long terme dans la plupart du temps) pris à l'endroit des assurés. Il est essentiel donc qu'une bonne régulation accompagne non seulement la gestion de ces placements et le respect de l'intérêt des assurés mais aussi permettre que le secteur évolue dans un environnement où les différents risques du métier sont gérés de façon adéquate. Le but de cette section est de présenter quelques éléments essentiels de la réglementation qui permettent aux assureurs de faire face aux risques qu'ils courent selon les réalités de l'assurance vie en zone CIMA (A), puis faire une revue de la littérature sur quelques mesures de risque (B).

A. Apport réglementaire dans la gestion des risques en zone CIMA

Le but d'une bonne réglementation en assurance est de maîtriser au mieux les événements capables d'exposer la situation financière des entreprises dans le secteur d'activité. Dans la zone CIMA, le dispositif de gestion des risques est celui de Solvabilité I, qui se base essentiellement sur trois (03) piliers :

- ❖ Pilier 1 : Le principe de la suffisance des provisions techniques ;
- ❖ Pilier 2 : Principe de représentation des provisions techniques par les actifs équivalents ;
- ❖ Pilier 3 : Principe de la suffisance de marge de solvabilité.

Dans les lignes qui suivent, nous présentons ces différents principes ainsi que le besoin de financement selon la réglementation de CIMA.

1. Principe de la suffisance des provisions techniques

Pour prévenir les facteurs de déstabilisation des provisions, la réglementation a mise en place des règles de prudence. Ces règles sont énumérées à l'article 334 du code des assurances⁶, et stipulent que les assureurs doivent être en mesure de justifier des provisions techniques suffisantes pour le règlement intégral de leurs engagements envers les assurés et les bénéficiaires de contrats d'assurance. Nous illustrons dans la figure ci-après, les engagements des assureurs :

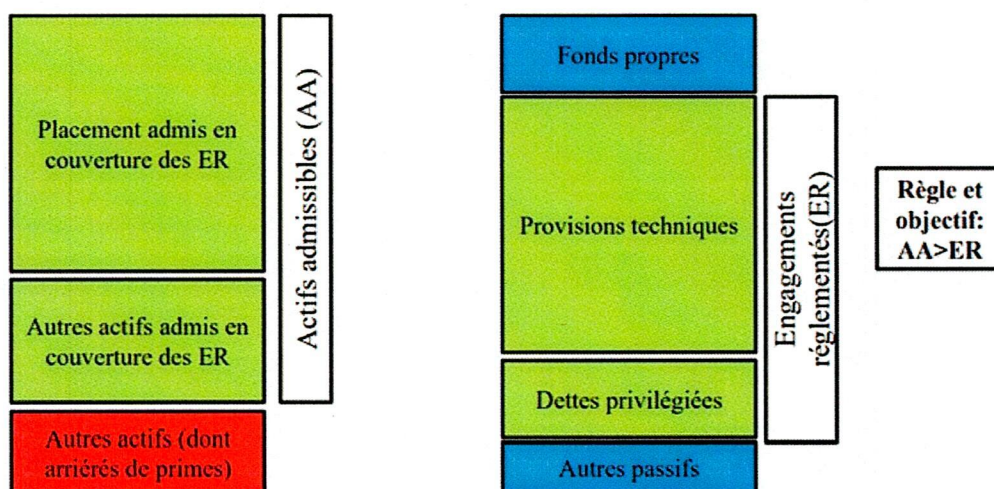


Figure 1 : Les engagements réglementés des entreprises d'assurance (Source : Cours assurance de personne, FANGAN A. Commissaire Contrôleur en Chef à la CIMA)

⁶ Le code des assurances est celui de la CIMA

Les provisions techniques à constituer pour les opérations d'assurance vie et de capitalisation sont évoquées à l'**article 334** du code des assurances. Il s'agit de :

- provision mathématique : C'est la différence entre les valeurs actuelles probables des engagements respectivement pris par l'assureur et par l'assuré. Autrement dit, c'est la valeur de rachat des contrats ou la prime nette versée par l'assuré, augmentée des intérêts techniques acquis depuis la date de souscription ;
- provision pour participation aux excédents : Montant des participations aux bénéfices attribués aux bénéficiaires de contrats lorsque ces bénéfices ne sont pas payables immédiatement après la liquidation de l'exercice qui les a produits ;
- provision de gestion : Elle est destinée à couvrir les charges de gestion et d'acquisition futures des contrats non couvertes par ailleurs ;
- provision pour risque d'exigibilité des engagements techniques : Provision destinée à faire face aux engagements dans le cas des moins-values ;
- toutes autres provisions techniques qui peuvent être fixées par la Commission de Contrôle des Assurances.

2. Principe de représentation des provisions techniques par les actifs équivalents

S'il est nécessaire que des provisions techniques soient constituées au passif du bilan, il faut également qu'elles soient représentées par des actifs équivalents en quantité et sélectionnées en qualité. C'est cette représentation permanente des provisions techniques par des éléments d'actifs réels, d'une valeur au moins égale, qui procure à l'entreprise les moyens de tenir ses engagements envers ses assurés.

Dans la zone CIMA, le placement des provisions techniques doit garantir :

- la sûreté : la valeur du placement n'est pas soumise à une volatilité trop forte,
- la liquidité : le placement peut être réalisé rapidement sans décote trop importante,
- la rentabilité : le placement génère un rendement positif en moyenne.

Les actifs financiers doivent être placés selon les exigences réglementaires avec les limitations et les caractéristiques requises par le législateur.

Le code des assurances en son **article 335 – 1** donne les limitations par catégories d'actifs :

- ✓ Les obligations émises ou garanties par un Etat membre de la CIMA doivent être comprises entre 15% et 50%,
- ✓ 40% pour les autres obligations,
- ✓ 40% pour l'immobilier,
- ✓ 20% pour les prêts obtenus ou garantis par un Etat membre de la CIMA
- ✓ 10% pour les autres prêts,
- ✓ Pour les comptes courants ou les espèces en caisse compris entre 10% à 40% (35% en assurance vie).

Le tableau suivant résume les limitations des placements en zone CIMA.

Figure 2 : Tableau récapitulatif des limitations des placements en zone CIMA

Actifs	Minimum en % des engagements réglementés	Maximum en % des engagements réglementés
Obligations et autres valeurs d'Etat	15%	50%
Obligations des organismes internationaux		
Obligations des institutions financières		
Autres obligations	40%	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		20%
Autres prêts		
Dépôts en banque	10%	40% pour les sociétés non vie et 35% pour les sociétés vie

Source : Cours assurance de personne, FANGAN A. Commissaire Contrôleur en Chef à la CIMA

Au-delà de ces limitations, selon l'**article 335** du code des assurances, les engagements réglementés des sociétés d'assurance 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 : ce sont les principes de dispersion, de localisation et de congruence. Ce

principe est un aspect réglementaire qui permet de sécuriser les placements des entreprises d'assurances en zone CIMA. Voyons en quoi consiste les principes ci-dessus :

- **Principe de dispersion**

Il est mentionné dans l'**article 335-4** du code des assurances que la valeur au bilan de certains actifs (dont nous énumérons dans les lignes qui suivent) ne peut excéder, sauf dérogation accordée cas par cas par la Commission de Contrôle :

- 5% pour l'ensemble des valeurs émises, et des prêts obtenus par un même organisme et des dépôts placés auprès de cet organisme :
 - ✓ à l'exception des Etats membres de la CIMA,
 - ✓ 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 actions et obligations de sociétés dans un Etat membre de la CIMA.
- Pas plus de 50% des actions émises par une même société.

- **Principe de localisation**

- Les actifs 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'assurances serve d'abord à l'essor économique des pays de la CIMA.
- Ce principe de localisation est toutefois atténué par la possibilité de faire des placements dans d'autres pays de la CIMA dans une quotité maximale de 50% des actifs représentatifs des engagements réglementés.

- **Principe de congruence**

- Selon ce principe, les engagements pris dans une monnaie donnée doivent être couverts par des actifs congruents, c'est-à-dire des actifs libellés ou réalisables dans cette même monnaie.
- 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.

3. Principe de la suffisance de marge de solvabilité

Le respect des deux premiers principes à savoir la suffisance des provisions et couverture des engagements par des actifs admissibles, ne garantit pas la solvabilité des entreprises d'assurance. Il a été donc instauré, une marge supplémentaire que doit constituer des assureurs.

- **Les fonds propres**

Le code des assurances en son **article 329-3** stipule que, les sociétés anonymes d'assurances situées sous la réglementation CIMA doivent avoir un capital minimum au moins égal à 5 milliards de Francs CFA, non compris les apports en nature. Ces fonds constituent un matelas de sécurité pour les assureurs afin de faire face aux déviations éventuelles des provisions techniques ou d'un événement qui pourrait nuire à l'activité de l'assureur.

- **Minimum de marge de solvabilité**

Le code des assurances en son **article 337-1** stipule que, toute entreprise d'assurance soumise au contrôle de la CIMA, doit justifier de l'existence d'une marge de solvabilité suffisante, relative à l'ensemble de ses activités, destinée à faire face à la survenance d'un événement.

La marge de solvabilité (MS) représente la richesse de l'entreprise et doit être au moins égale à 5 % de la somme des provisions mathématiques (PM) et de gestion, relatives aux

opérations d'assurances directes sans déduction des cessions en réassurance et aux acceptations en réassurance, multiplié par le rapport existant, pour le dernier exercice, entre le montant des provisions mathématiques après cessions en réassurance et le montant des provisions mathématiques brut de réassurance, sans que ce rapport puisse être inférieur à 85 %. Il lui est ajouté le montant correspondant aux assurances complémentaires. Mathématiquement, elle se calcul en assurance vie, selon l'article 337-3 du code des assurances, de la manière suivante :

$$MS = 5\% * PM * \text{Max}(85\% ; \text{Taux de conservation})$$

Avec

$$\text{Taux de conservation} = \frac{PM \text{ Nette de Réassurance}}{PM \text{ Totale}}$$

Les fonds propres doivent être en tout temps supérieurs au minimum de marge de solvabilité.

Au-delà des trois piliers sur la gestion des risques, s'ajoute les ratios de solvabilité que le régulateur propose pour le suivi des risques au sein des entreprises d'assurance. Nous présentons ces ratios à l'annexe I pour le lecteur désireux.

4. Le besoin de financement

Le besoin de financement correspond au maximum entre le :

- déficit de couverture des actifs qui correspond à la différence entre les provisions techniques et les actifs représentatifs ;
- déficit de marge qui est égal à la différence entre l'exigence de solvabilité minimum et la marge de solvabilité disponible.

Dans cette sous-section, nous verrons, au travers d'un exemple⁷ comment la réglementation de la zone CIMA présente le besoin de financements des sociétés.

Cas pratique :

Soient deux sociétés d'assurance vie de la zone CIMA présentant les bilans suivants au 31 décembre de l'année N :

- Société A

Tableau 8 : Bilan société A

Société B			
Actifs		Passif	
Postes	Montants	Postes	Montants
Actifs représentatifs	9 000	Fonds propres	- 1 000
Autres	1 000	Provisions techniques	11 000
Total	10 000	Total	10 000

Les actifs sont composés uniquement d'obligations d'un Etat membre ; les provisions techniques sont composées de 95% de produits épargne et de 5% des produits décès ; le taux de conservation des risques est de 75%

- Société B

Tableau 9 : Bilan société B

Société A			
Actifs		Passif	
Postes	Montants	Postes	Montants
Actifs représentatifs	9 000	Fonds propres	- 1 000
Autres	1 000	Provisions techniques	11 000
Total	10 000	Total	10 000

⁷ Exemple inspiré du mémoire de DJAGANA OUATTARA disponible à l'adresse [www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226-02.nsf/0/4130606a51ba9d2fc12583e400221430/\\$FILE/SERMET.PDF](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226-02.nsf/0/4130606a51ba9d2fc12583e400221430/$FILE/SERMET.PDF)

Les actifs sont composés uniquement d'actions cotées ; les provisions techniques sont composées de 5% de produits épargne et de 95% des produits décès ; le taux de conservation des risques est de 50%

- **Calcul du besoin de financement des sociétés A et B**

Le besoin de financement de la société A se présente comme suit :

Tableau 10 : Besoin de financement société A

Poste	Détails de calculs	Valeur
Déficit de couverture des actifs	Provisions techniques-Actifs représentatifs	2 000
Taux de conservation		75%
Marge de solvabilité	Fonds propres	- 1 000
Exigence minimum	$5\% \times \text{Provision techniques} \times \text{Max}(85\%; \text{Taux de conservation})$	468
Déficit de marge	Exigence minimum -Marge de solvabilité	1 468
Besoin de financement	Max(Déficit de couverture des actifs, Déficit de marge)	2 000

Le besoin de financement de la société B se présente comme suit :

Tableau 11 : Besoin de financement de la société B

Poste	Détails de calculs	Valeur
Déficit de couverture des actifs	Provisions techniques-Actifs représentatifs	2 000
Taux de conservation		50%
Marge de solvabilité	Fonds propres	- 1 000
Exigence minimum	$5\% \times \text{Provision techniques} \times \text{Max}(85\%; \text{Taux de conservation})$	468
Déficit de marge	Exigence minimum -Marge de solvabilité	1 468
Besoin de financement	Max(Déficit de couverture des actifs, Déficit de marge)	2 000

Il ressort des différents calculs que, les deux sociétés ont le même besoin de financement qui est de 2000. Or le profil des risques pour chacune des sociétés diffère. Pour la société A, elle est moins exposée puisque l'Etat est supposé solvable. Il n'y a qu'une faible exposition liée aux contrats décès en faible proportion dans son portefeuille. En revanche, la société B est largement exposée à une fluctuation du cours des actions et au risque de dérive de la mortalité du portefeuille assuré.

L'urgence d'une amélioration des règles de calcul de fonds, pour prendre en compte les différents types de risques auxquels sont exposés les assureurs s'impose de ce fait.

B. Quelques mesures de risque

La sous-section suivante sert de préparation pour aborder la modélisation des risques selon le référentiel de solvabilité II, qui est le cadre réglementaire en vigueur en Europe. Comme élément de mesure de risque, nous présentons la VaR et la TVaR.

1. La notion de la VaR

❖ Signification

La Value at Risk (VaR) est une notion développée d'abord dans le monde financier pour mesurer le risque de marché d'un portefeuille d'instruments financiers, avant d'être largement repris dans les problématiques du secteur des assurances.

Elle correspond au montant de pertes qui ne devrait être dépassé qu'avec une probabilité donnée sur un horizon de temps donné.

❖ Signification en assurance

Soit X la variable aléatoire mesurant le montant du sinistre engendré par un risque assuré donné. On a :

$$VaR_{\alpha}(X) = \inf\{x | \text{Proba}[X \leq x] = \alpha\} = F_X^{-1}(\alpha)$$

Où F_X^{-1} est l'inverse de la fonction de répartition de la variable aléatoire X .

$VaR_{\alpha}(X)$ désigne concrètement le montant qui permettra de couvrir le sinistre engendré par le risque X avec la probabilité α . Autrement, si une société, disposant d'un montant de ressources égales à $VaR_{\alpha}(X)$, assure un risque unique X , sa probabilité de ruine est égale à $1 - \alpha$.

Pour une loi normale de moyenne μ et d'écart type σ , on a : $VaR_{\alpha}(X) = \mu + \sigma * \Phi^{-1}(\alpha)$

Avec $\Phi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$, la fonction de répartition d'une loi normale.

❖ Schématisation de la VaR

La représentation de la VaR se présente comme suit :

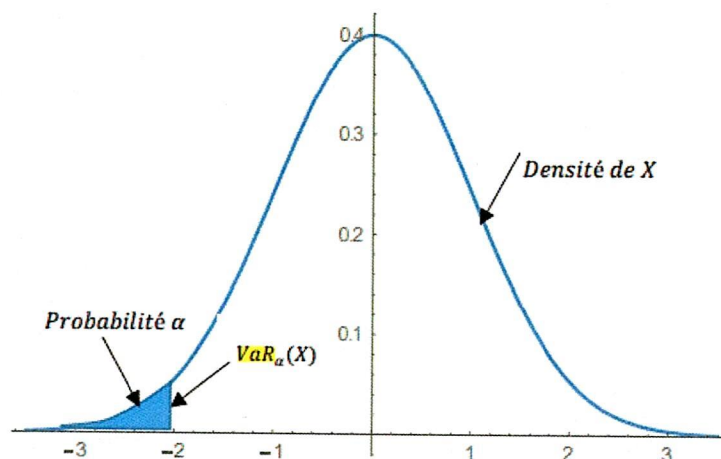


Figure 3 : Schématisation de la Value at Risk

2. La notion de la Tail Value at Risk (TVaR)

Elle correspond à l'espérance des pertes sachant que les pertes sont supérieures à la Value at Risk. Soit une variable aléatoire X définie sur le support A dont la fonction de répartition est F_X avec un inverse noté F_X^{-1} .

La mesure TVaR est définie par :

$$TVaR_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \int_\alpha^1 VaR_u \, du$$

Si X suit une loi normale de moyenne μ et d'écart type σ , on a :

$$TVaR_\alpha(X) = \mu + \sigma \frac{\Phi(\Phi^{-1}(\alpha))}{1-\alpha}$$

3. Propriétés désirables des mesures de risque

Il est désirable que les mesures de risque vérifient les propriétés suivantes :

- Invariance en translation (Translation avec un scalaire)
- Homogénéité (Unité monétaire)
- Sous-additivité (Principe de diversification)
- Marge de sécurité positive. (En actuariat)

Conclusion partielle de la partie I

Cette partie nous a permis de connaître tout d'abord ce qu'est l'organisation CIMA, ensuite les risques auxquels sont exposées la situation financière des entreprises de la zone ainsi que les éléments de la réglementation qui aident à la gestion de ces risques. Aussi, quelques mesures de risques sont présentées en l'occurrence de la VaR et de la TVaR.

Il revient de cette partie que les risques qui menacent le patrimoine des entreprises de la zone CIMA sont multiples et variés. On peut citer entre autres, les risques techniques (risques de sous provisionnement, de sous tarification, de rachat, de mortalité, de longévité, etc.) ; les risques de placement (dépréciation des actifs, inadéquation actif-passif, risque de taux, etc.) ; les risques liés à un défaut (de la part d'un réassureur, d'un courtier, d'un actionnaire) et les risques opérationnels.

Cependant, la réglementation en vigueur dans la CIMA n'encourage pas les acteurs du secteur à une maîtrise et à une bonne gestion des différents risques, parce que le besoin de fonds réglementaire pour la couverture de ces risques constitué par chaque assureur ne reflète pas le profil réel des risques que prennent ces derniers. Les entreprises peuvent dans ce cas être exposées au risque de différentes façons, mais constituent les mêmes fonds pour couvrir les différents risques.

Dans la deuxième partie du mémoire, nous présenterons les principes de gestion des risques en solvabilité II avec une application sur un portefeuille d'assurance vie de la zone CIMA pour enfin tirer des enseignements de son l'application dans la zone.

PARTIE II : SOLVABILITE II ET LE RISQUE DE MORTALITE

SECTION I : Solvabilité II, un meilleur cadre pour la gestion des risques

A. Les piliers de solvabilité II

1. Pilier 1 : Les exigences quantitatives
 - 1.1. Principe
 - 1.2. Les risques pris en compte
2. Pilier 2 : Les exigences qualitatives et surveillance prudentielle
 - 2.1 Gestion des risques
 - 2.2 Gouvernance
3. Pilier 3 : Reporting et communication
 - 3.1 Reporting et communication à l'autorité de surveillance
 - 3.2 Communication avec le public

B. Quelques éléments de mesure du risque de mortalité et les techniques de modélisation selon Solvabilité II

1. Quelques éléments de mesure du risque de mortalité
 - 1.1 Les facteurs influençant la mortalité
 - 1.2 Les tables de mortalité CIMA, une mesure prudente dans la tarification
2. Techniques de modélisation du risque de mortalité selon Solvabilité II
 - 2.1 Le module de souscription vie
 - 2.2 Le sous module de risque mortalité

SECTION II : Modélisation du risque de mortalité selon Solvabilité II

A. Présentation du contrat, des données d'études et des modèles de modéliser de la charge sinistre totale

1. Présentation du contrat
 - 1.1 La garantie « OMEGA »
 - 1.2 Présentation des données d'étude
 - 1.3 Statistique des variables quantitatives
2. Les modèles de de modélisation de la charge sinistre totale
 - 2.1 Le modèle individuel

2.2 Le modèle collectif

2.3 Quelques notions mathématiques

B. Calcul du SCR mortalité

1. Calcul du SCR mortalité par le modèle individuel

1.1 Les hypothèses

1.2 Formulation de la méthode de calcul

1.3 Application numérique

2. Calcul du SCR mortalité par la formule de Solvabilité II

2.1 Rappel des formules et calcul du SCR mortalité

2.2 Sensibilité de SCR

2.3 Comparaison des SCR choqué avec celui du modèle individuel

Introduction

Dans le contexte actuel de la zone CIMA où il est impératif de renforcer les mesures réglementaires pour une bonne gestion des risques au sein des entreprises d'assurance, car le dispositif de solvabilité I ne permet pas une prise en compte du profil de risque des assureurs, nous nous sommes intéressés au cadre référentiel de solvabilité II adopté par l'union européenne le 1^{er} janvier 2016. Dans ce dernier référentiel, non seulement l'ensemble des risques est pris en compte, mais des mesures efficaces sont proposées par le régulateur pour inciter les entreprises d'assurances à maîtriser au mieux chaque risque qu'ils prennent. La mesure constitue pour l'assureur à calculer un montant appelé SCR, pour la couverture de chaque module de risque. Des règles d'exigences qualitatives en matière de gestion sont présentes aussi dans ce référentiel pour faciliter la gouvernance managériale des risques.

Pour explorer les éléments de gestion des risques du référentiel de Solvabilité II, nous présenterons d'abord, ces trois piliers de base, son sous-module mortalité et les éléments de mesure de la mortalité dans la CIMA (Section I). Ensuite nous appliquons la démarche de solvabilité II pour déterminer le SCR pour le risque mortalité sur un portefeuille d'assurance de la zone CIMA (Section II). Le choix de la modélisation du risque de mortalité se justifie par le fait que les contrats « en cas de décès » et « mixtes » occupent de plus en plus une place importante dans les polices les mieux commercialisés de la zone. Nous exposerons donc d'une part dans cette partie, l'approche de calibrage du risque de mortalité selon solvabilité II, et d'autre part, nous montrerons l'impact d'une hausse de la mortalité sur les provisions constituées par une compagnie donnée.

Section 1 : Solvabilité II, un meilleur cadre pour la gestion des risques

Adopté en Europe le 1^{er} janvier 2016, Solvabilité II se base essentiellement sur trois piliers. Nous décrivons dans cette section ces trois piliers (A) et nous mettons un accent particulier sur le calcul du SCR pour le risque de mortalité et sur quelques éléments de mesure de ce risque (B).

A. Les piliers de Solvabilité II

Solvabilité II est une réforme réglementaire européenne du monde de l'assurance. Elle cherche à mieux adapter les fonds propres des compagnies d'assurance et de réassurance avec les risques que celles-ci encourent. La réforme est élaborée pour améliorer l'évaluation et le contrôle des risques, modifiant en profondeur le régime prudentiel applicable aux organismes d'assurance au niveau européens. Entrée en application le 1 janvier 2016 à la suite des réformes de Bale II, cette réglementation assurantielle vise à améliorer les imperfections présentées par l'ancien référentiel. Son but est de permettre la gestion des risques inhérents à l'activité des assureurs. Le dispositif de gestion de risques sous solvabilité II est basé sur trois (03) piliers essentiels :

1. Pilier 1 : Les exigences quantitatives

1.1 Principe

Les exigences quantitatives sont relatives au calcul des fonds propres sur la base des risques. Les fonds propres doivent refléter le profil réel de risque propre à chaque entreprise d'assurance. Ce qui encourage les assureurs à mieux gérer leurs risques. Dans ce cas, plus un assureur développe un appétit important pour le risque, et plus il sera amené à renforcer ses fonds propres pour préserver au mieux l'intérêt des assurés et des bénéficiaires de contrat.

Dans le cadre de solvabilité II, les fonds propres correspondent à la somme des fonds propres de base et des fonds propres auxiliaires. Les fonds propres de base désignent la somme des deux éléments suivants :

- l'excédent des actifs par rapport aux passifs
- les passifs subordonnés désignent des dettes dont le remboursement ne sera effectué qu'après remboursement des autres créanciers

Les fonds propres auxiliaires sont les éléments, autres que les fonds propres de base, dont l'assureur peut tirer parti pour compenser des pertes. Solvabilité II impose des montants minimums de fonds propres : le SCR et le MCR.

Le premier pilier de solvabilité II définit plusieurs règles quantitatives qui portent sur :

- Les provisions techniques ;
- Les exigences de capital ;
- Les actifs éligibles pour les couvrir.

Dans ce référentiel, la notion de prudence dans les provisions disparaît pour laisser place au principe de l'évaluation à la « juste valeur ». C'est-à-dire, les actifs et les passifs sont évalués selon leurs valeurs de marché.

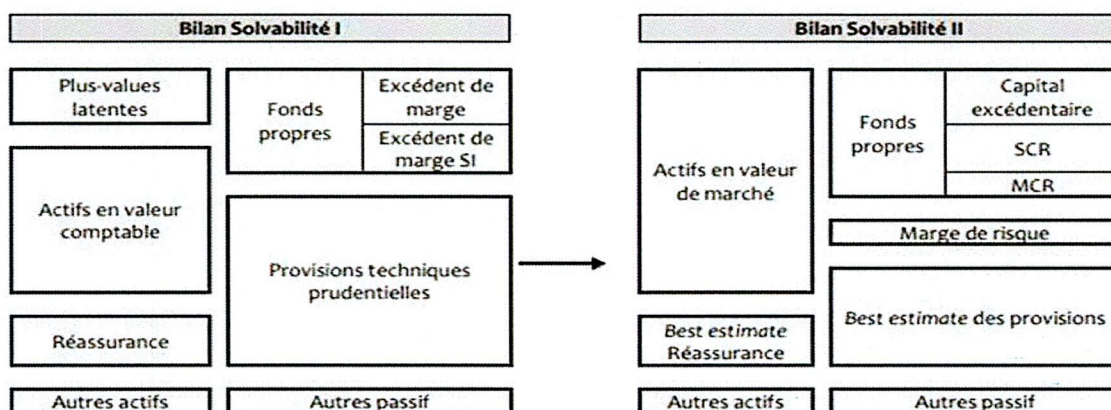


Figure 4 : Architecture comptable de Solvabilité II. Source : Les grands principes de Solvabilité II, L'argus Editions, 2^{ème} édition. 2013

1.1.1 Les provisions techniques

Les provisions techniques sont évaluées en tenant compte des informations du marché. Le principe de calcul est le suivant :

$$\textbf{Provisions Techniques} = \textbf{Best Estimate} + \textbf{Marge pour Risque}$$

Où le Best Estimate correspond à la valeur actuelle probable des flux de trésorerie futurs ; et la Marge pour risque représente le montant pour couvrir les risques liés à l'écoulement des passifs sur la totalité de leur durée.

- **Le Best Estimate**

D'après l'article A07-0077/2012 de la directive européenne :

« Le Best Estimate est la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs compte-tenu de la valeur temporelle de l'argent estimée sur la base de la courbe des taux sans risques. Le calcul de la meilleure estimation est fondé sur des informations actualisées et crédibles ainsi que sur des hypothèses réalistes. La projection en matière de flux de trésorerie utilisée dans le calcul de la meilleure estimation tient compte de toutes les entrées et sorties de trésorerie nécessaires pour faire face aux engagements d'assurance et de réassurance pendant toute la durée de ceux-ci». De manière plus formelle, dans un cadre déterministe, la meilleure estimation à la date t peut s'écrire :

$$BE_t = \sum_{i \geq t} \frac{CF_i}{(1 + r(i))^i}$$

Avec :

- CF_i : la somme des flux de trésorerie à la date i
- $r(i)$ représente le taux d'intérêt sans risque de base pour l'échéance i

L'article 28 du règlement délégué (UE) 2015/35 stipule que les flux de trésorerie utilisés pour le calcul de la meilleure estimation, comprennent :

- « les versements de prestations aux preneurs et aux bénéficiaires ». (+)
- les paiements de primes. (-)

- les flux de trésorerie supplémentaires résultant de ces primes, ex : les frais de gestions des primes, les frais d'acquisitions des primes. (+) ou (-)
- Les dépenses engagées afin d'honorer les engagements d'assurance et de réassurance. Ex : les frais généraux, les primes de réassurance, les frais de gestion de sinistres et les autres chargements techniques. (+)
- les impôts qui sont, ou dont on prévoit qu'ils seront, appliqués aux preneurs, ou les impôts qui sont nécessaires au règlement des engagements d'assurance ou de réassurance

- **La Marge pour Risque**

D'après l'article 77, paragraphe 3 de la directive Européenne 2009/138/CE :

« La marge de risque est calculée de manière à garantir que la valeur des provisions techniques est équivalente au montant que les entreprises d'assurance et de réassurance demanderaient pour reprendre et honorer les engagements d'assurance et de réassurance ». En effet, l'assureur, qui reprend les engagements, doit immobiliser des fonds en couverture de ces engagements. Le principe de la marge de risque est alors d'évaluer le coût d'immobilisation du montant, de fonds propres nécessaires éligibles, pour le SCR pendant toute la durée de vie des engagements. Conformément à ces principes, on retrouve dans l'article 37 du règlement délégué (UE) 2015/35 de la commission du 10 octobre 2014, la définition suivante :

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

Avec :

- *CoC* représente le coût du capital. En effet, l'argent immobilisé ne pourra être utilisé pour obtenir un rendement. En fixant le *CoC* au rendement moyen, tout se passe comme si la compagnie reprenant les engagements, avait effectué un rendement sur les fonds immobilisés. D'après l'article 39 du règlement délégué 2015/35 de la Commission, le taux du coût du capital visé à l'article 77, paragraphe 5, de la directive 2009/138/CE est présumé être égal à 6 %.

- $SCR(t)$ représente le capital de solvabilité requis

1.1.2 Les exigences de capital

Il s'agit du Capital de Solvabilité Requis (SCR) et le Minimum de Capital Requis (MCR).

- **Le Capital de Solvabilité Requis (SCR)**

D'après l'article 101 de la directive 2009/138/CE, c'est la « Value at Risk » des fonds propres de base d'un organisme d'assurance ou de réassurance à un niveau de confiance de 99,5% sur une période d'un an.

Le SCR est le capital nécessaire pour faire face à une situation de ruine à horizon un an dans 99,5% des cas. Autrement dit, c'est la VaR à 99,5 % à un an. Il se calcule soit selon la formule standard ou soit selon les modèles internes définis par les assureurs à condition qu'ils soient approuvés par la commission de contrôle des assurances. Son calcul doit intégrer tous les risques quantifiables auxquels une entreprise possédant un portefeuille de risques diversifiés est exposée.

- **Le Minimum de Capital Requis**

Le MCR correspond au montant minimum de fonds propres constituant le seuil déclencheur de l'intervention prudentielle la plus drastique, dès qu'il est franchi à la baisse.

D'après l'article 129 de la directive 2009/138/CE, le MCR « correspond à un montant de fonds propres de base éligibles en deçà duquel les preneurs et les bénéficiaires seraient exposés à un niveau de risque inacceptable si l'entreprise d'assurance ou de réassurance était autorisée à poursuivre son activité ». Il doit être constamment respecté sous peine d'une action immédiate du régulateur qui peut exiger un retrait de l'agrément de l'entreprise mise en cause, ou alors le transfert du portefeuille de cette entreprise.

Pour calculer le capital requis de solvabilité, deux méthodes sont possibles. Un **modèle interne** mis en place par l'entreprise, afin de modéliser et mesurer au mieux les risques, qu'elle encourt, ou une méthode de calcul proposée par le régulateur : la **formule standard**. Avec la formule standard, la projection, des fonds propres à horizon un an, est contournée et le SCR est calculé sur la base de chocs instantanés et non sur un an.

1.1.3 Les actifs éligibles

Les actifs éligibles ici sont ceux permettant l'identification, la mesure, le suivi, la gestion et le contrôle des risques relatifs à ces derniers. Ils doivent garantir la sécurité (le paiement à l'échéance), la rentabilité et la sécurité.

1.2 Risques pris en compte

Solvabilité II considère un ensemble des risques dans le calcul du SCR. La figure suivante illustre ces différents risques :

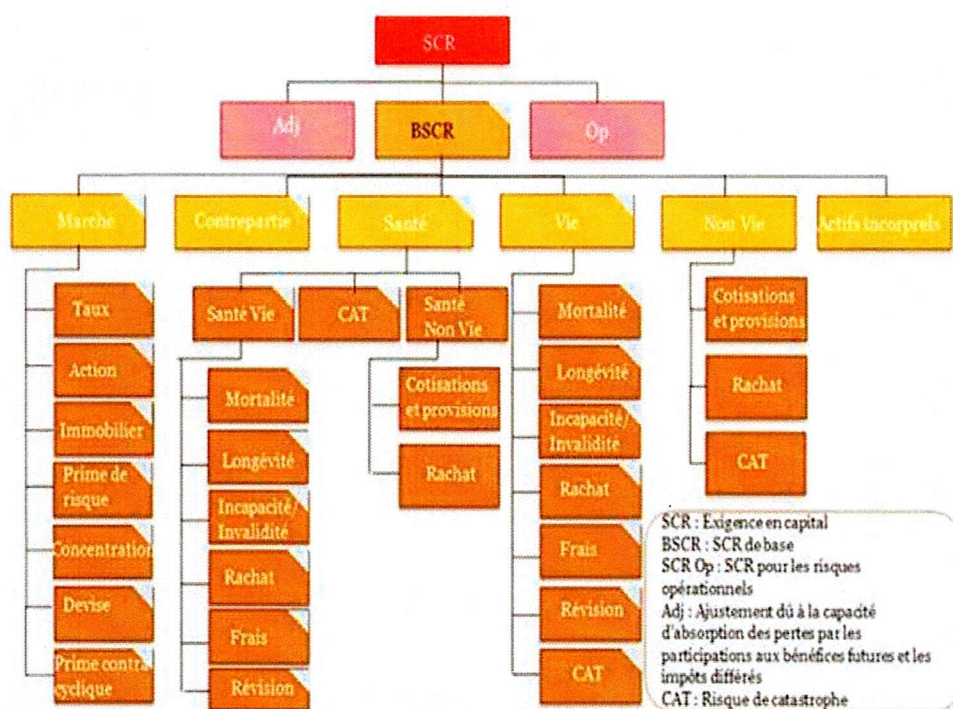


Figure 5 : Les risques pris en compte dans le calcul du SCR dans Solvabilité II

1.2.1 Modalités de calcul du SCR par la formule standard

Sur la base de la figure précédente, pour un module m de risques, un SCR est calculé par l'agrégation des consommations individuelles de chaque risque via des coefficients de corrélation linéaire. Les coefficients de corrélations représentent les effets de diversifications entre les différents risques. Ces coefficients sont explicitement donnés par

le régulateur et figurent en annexe de la directive 2009/138/CE sous la forme de matrices de corrélation.

En notant :

- R_m : l'ensemble des risques du module m
- C_i : le capital au titre du risque i
- $\rho_{i,j}^{R_m}$: le coefficient de corrélation permettant d'agréger les capitaux des risques i et j , du module m
- SCR_m : la charge en capital du module m
- M : l'ensemble des modules
- $\rho_{i,j}^M$: le coefficient de corrélation permettant d'agréger les capitaux des modules i et j

L'agrégation intra-modulaire donne : $SCR_m = \sqrt{\sum_{(i,j) \in R_m^2} \rho_{i,j}^{R_m} * C_i * C_j}$

Et le Basic Solvency Capital Requirement est donné par :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{(i,j) \in R_m^2} \rho_{i,j}^M * SCR_i * SCR_j}$$

Les coefficients de corrélation pour l'agrégation des capitaux des modules i et j sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Matrice de corrélation pour le calcul des SCR de base

i \ j	Marché	Défaut	Vie	Santé	Non-Vie
Marché	1				
Défaut	0,25	1			
Vie	0,25	0,25	1		
Santé	0,25	0,25	0,25	1	
Non-Vie	0,25	0,5	0	0	1

1.2.2 Calcul du SCR par le modèle interne

On distingue deux types de modèle interne :

- **Le modèle modulaire** : Lors de cette approche, une charge en capital est déterminée pour chaque risque sur la base de chocs comme pour la formule standard. Les risques élémentaires puis modulaires sont ensuite agrégés à l'aide de matrices de corrélation. La différence avec la formule standard vient des risques élémentaires utilisés qui vont mieux représenter le profil de risque de la compagnie d'assurance. Les matrices de corrélations utilisées sont donc différentes.
- **Le modèle interne complet** :

Dans ce cas, les impacts des risques sont évalués dans leur globalité et non risque par risque. Il faut alors :

- modéliser les effets de diversifications des risques
- élaborer des générateurs de scénarios économiques. Une modélisation du résultat en sera déduite et il faudra calibrer une mesure de risque équivalente à une VaR de niveau de confiance 99.5% pour calculer le capital de solvabilité requis.

Ce type de modèle a l'avantage d'être plus précis dans l'évaluation, du besoin global en solvabilité, des risques encourus, mais ce type de modèle demande un investissement certain, qu'il soit humain ou financier. Cela conduit nombre d'assureurs à adopter la formule standard ou un modèle interne partiel.

2. Pilier 2 : Les exigences qualitatives et surveillance prudentielle

Le deuxième pilier fixe des normes qualitatives de surveillance visant à renforcer la gouvernance des entreprises d'assurances et de réassurance. Ces normes définissent essentiellement les règles du contrôle interne (gouvernance) et de gestion des risques.

2.1 Gestion des risques

Le fondement de Solvabilité II repose sur une maîtrise des risques et à leur correcte évaluation. Les entreprises d'assurances sont ainsi obligées de mettre en place un dispositif interne d'évaluation de leurs risques. Cette évaluation devra notamment permettre de :

- ajuster l'adéquation entre les fonds propres de l'entreprise et les exigences de capital ;
- identifier les mesures de risques dans le modèle interne ou dans le modèle standard qui s'écartent sensiblement de la réalité ;
- prendre en compte dans le profil de risque de l'entreprise sa stratégie commerciale et financière.

2.2 Gouvernance

Quatre fonctions sont essentiellement définies dans le pilier 2 pour le système de gouvernance :

- une fonction de gestion des risques : elle qui met en œuvre les procédures pour déceler, mesurer, contrôler, gérer, déclarer en permanence les risques de souscription, de provisionnement, de gestion actif/passif, d'investissement, de liquidité, de concentration et les risques opérationnels. Elle gère également la réassurance.
- une fonction de vérification de la conformité : elle a pour objectif de vérifier que l'entreprise respecte la loi. La complexité des règles fiscales et sociales, la prolifération des codes d'éthique, les recommandations des associations patronales, la difficulté de concilier le droit national et le droit communautaire renforcent l'importance de cette fonction qui devra être une structure de veille juridique sur ces sujets.
- une fonction de contrôle interne : elle vérifie en continu que les directives en matière de risques sont effectivement appliquées.

- une fonction actuarielle : elle a pour rôle la certification du best estimate des provisions techniques, la gestion du SCR, la mise en place de modèles internes, le cas échéant.

A côté de ces fonctions, l'audit interne conserve également toute son importance. Indépendante des autres fonctions ci-dessus et des activités opérationnelles, elle est directement liée à l'organe d'administration. Elle a pour rôle de vérifier l'efficacité du contrôle interne et les autres aspects de la gouvernance.

3. Pilier 3 : Reporting et communication

Ce pilier concerne les obligations de reporting et de communication à l'autorité de supervision et la communication destinée au public.

3.1 Reporting à l'autorité de supervision

L'un des éléments fondamentaux de Solvabilité II est la communication d'informations prudentielles par les entreprises à l'autorité de contrôle. Ces informations vont au-delà des normes d'informations financières et sont constituées de différents éléments dont a besoin l'autorité de contrôle pour accomplir sa mission.

3.2 Communication avec le public

Le régime prévoit également la communication d'informations à destination du public pour garantir la transparence nécessaire au renforcement des mécanismes de marché et la discipline du marché. Les informations essentielles à rendre accessibles au public par les entreprises d'assurances concernent leur solvabilité et leur situation financière.

B. Les éléments de mesure du risque de mortalité et les techniques de modélisation selon Solvabilité II

1. Quelques éléments de mesure de la mortalité

Les éléments que nous présentons ici sont les facteurs influençant la mortalité et les tables de mortalité en vigueur dans la zone qui est un élément réglementaire de la gestion des risques sur la mortalité.

1.1 Les facteurs influençant la mortalité

Les principaux facteurs sont l'âge, le sexe, la profession et le pays que nous présentons dans les lignes qui suivent.

- **L'âge**

L'âge est le facteur le plus évident et celui dont l'influence est la plus forte sur la mortalité (DJOUONTU R. [2017]). Les statistiques démographiques montrent que la mortalité évolue avec l'âge en ce sens que le taux de mortalité décroît durant les premières années de la vie, pour augmenter ensuite de manière continue. C'est pour cette raison que dans la tarification des contrats vie, l'âge est l'un des paramètres les plus déterminants qu'il faut prendre en compte.

- **Le sexe**

Un autre élément essentiel qui influence la mortalité est le sexe. Il est démontré que la mortalité des hommes est nettement plus forte que celle des femmes. En Afrique par exemple, la longévité moyenne d'un humain a connu une hausse de cinq ans, soit 73 ans pour les femmes et 69 ans pour les hommes, dans la période allant de 2010 à 2015⁸. La prise en compte du facteur sexe se traduit en zone CIMA par l'utilisation des tables de mortalité prudente. Nous aborderons en détail ce principe de prudence dans la suite. Aussi au

⁸ Afrique: Selon l'OMS, l'espérance de vie a augmenté de près de 10 ans entre 2000 et 2015 (lesaffairesbf.com) site de l'OMS

Cameroun par exemple, le taux de mortalité⁹ pour une population de 1000 adultes respectivement d'hommes et de femmes se présente comme suit :

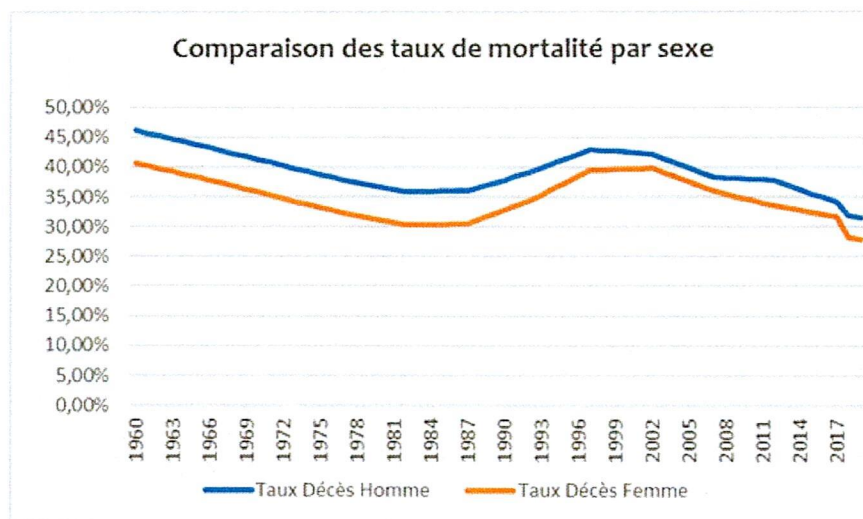


Figure 6 : Evolution du taux de mortalité par sexe au Cameroun pour une population adulte de 1000 (Source : Site de la banque mondiale)

Nous constatons que la mortalité des femmes est moins élevée que celle des hommes, quelques soient les périodes et l'années. Ceci est bien sûr valable de façon générale dans le monde. Ce phénomène très important est bien connu en assurance vie, et impacte significativement la tarification et la gestion des produits de cette activité. Il convient donc d'attacher une importance particulière à ce facteur de risque.

- **La profession**

La profession représente un facteur important qui influence la mortalité. Il existe une multitude d'activité aujourd'hui dans le monde et le risque couru dans chaque activité n'est pas le même à tous les niveaux. Les secteurs industriels sont les plus exposés en matière de mortalité. C'est ce que confirme une étude britannique en 2017 qui ressort que, parmi l'ensemble des professionnels, ceux de la santé (en particulier les médecins, les

⁹Taux de mortalité, brut (pour 1 000 personnes) - Sub-Saharan Africa | Data (banquemondiale.org) site de la banque mondiale

pharmaciens, les dentistes) sont ceux qui jouissent des taux de mortalité les plus faibles, immédiatement suivis par les cadres supérieurs et les enseignants (cf site des médecins en annexe). La même étude conclut que les métiers les plus élémentaires du bâtiment ou de l'agriculture sont ceux pénalisés par les taux de mortalité les plus élevés, avec un taux allant jusqu'à 701 décès pour 100 000 personnes¹⁰.

En raison de la rareté des statistiques, ce facteur n'est souvent pas utilisé par les assureurs de la zone CIMA.

- **Le pays**

Le pays est, de fait, un élément important car il implique toute une série de facteurs qui exercent une influence sur la vie des populations. Il s'agit des coutumes, du niveau de vie, des conditions climatiques, les facteurs géographiques... Il convient donc pour les assureurs de disposer des données réelles de la mortalité dans le pays des assurés pour prendre en compte ce facteur « pays » dans la tarification.

Outre l'âge, le sexe, la profession et le pays qui sont facteurs de risque sur la mortalité, nous n'oublions pas les facteurs externes comme la pandémie qui peut gravement affecter la mortalité comme nous le constatons aujourd'hui pour la COVID 19.

Un autre élément de mesure de risque que nous présenterons est la table de mortalité réglementaire de la CIMA qui permet de tarifier avec mesure de prudence les contrats en assurance vie.

1.2 Les tables de mortalité CIMA, une mesure prudente dans la tarification

Une table de mortalité est une table qui prend une population d'individus à la naissance et indique le nombre de survivants et le nombre de personnes décédées de cette population initiale à un âge donné. Les tables de mortalité en vigueur dans la CIMA sont la CIMA-F de la population féminine et la CIMA-H de la population masculine. La réglementation CIMA oblige les assureurs à établir leurs tarifs en se basant sur des hypothèses pessimistes. En effet, il est mentionné dans le code CIMA en son **article 338-1** l'usage de la table CIMA F

¹⁰Voir [Mortalité par profession : médecins, pharmaciens et dentistes restent privilégiés | egora.fr](https://www.egora.fr/mortalite-par-profession-medecins-pharmaciens-et-dentistes-restent-privilegies)

pour les assurances en cas de vie et la table CIMA H pour les assurances en cas de décès. Du fait qu'en moyenne les femmes vivent longtemps et que les hommes décèdent plus vite, le tarif qui résulte de ces tables est dans les deux cas (assurance en cas de décès et assurance en cas de vie) le plus élevé.

Au plan purement actuariel, revient à intégrer de fait une marge technique dans les tarifs des assureurs. Cette marge, qui s'apparente à un chargement de sécurité implicite, permet de protéger l'assureur contre une évolution défavorable de la mortalité (contrats en cas de décès) ou contre un allongement de l'expérience de vie (contrat en cas de vie).

Par ailleurs, notons que ce chargement de sécurité ne s'analyse pas autant comme un coût supplémentaire à la charge des assurés, puisque les résultats techniques excédentaires entrent dans le calcul de la participation aux bénéfices.

Un extrait des deux tables est présenté dans les tableaux suivants :

Tableau 13 : A. Tables de mortalité CIMA-F B. Table de mortalité CIMA-H

Age	Lx (CIMA F)	qx (CIMA F)	dx (CIMA F)	Age	Lx (CIMA H)	qx (CIMA H)	dx (CIMA H)
0	1 000 000	0,2849%	2 849	0	1 000 000	0,537%	5 368
1	997 151	0,0387%	386	1	994 632	0,073%	726
2	996 766	0,0296%	295	2	993 906	0,056%	555
3	996470	0,02524%	252,00	3	993 351	0,048%	473
...	...	...	...	...	...	...	...
102	15706	52,846%	8300	102	332	76,57%	254
103	7406	59,793%	4428	103	78	82,78%	64
104	2978	66,855%	1991	104	13	88,14%	12
105	987	100,000%	987	105	2	100,00%	2
106	0	100,000%	0	106	0	100,00%	-

Avec :

l_x : le nombre de survivants à l'âge x ;

$d_x = l_x - l_{x+1}$: le nombre de décès entre l'âge x et l'âge $x + 1$;

$q_x = \frac{d_x}{l_x}$: le taux de décès ou la probabilité de décès à un âge x donné

Pour mieux gérer le risque de mortalité dans les sociétés d'assurance de la zone, nous proposons d'envisager l'approche Solvabilité II qui nous permettra de projeter la mortalité pour les différents tarifs et provisions des assureurs.

2. Le risque de mortalité sous Solvabilité II

La directive européenne de la réglementation prudentielle qui s'applique à l'industrie de l'assurance est Solvabilité II. Elle impose aux entreprises d'assurance un niveau minimal de fonds propres sur la base de modalités de calcul beaucoup plus avancées que les exigences basées sur Solvabilité I. Solvabilité II oblige les assureurs et les réassureurs à quantifier leurs risques et à assurer que les fonds propres sont suffisants pour éviter la ruine économique. Ainsi, pour chaque module de risque, l'assureur détermine le capital nécessaire pour couvrir ce risque dans son portefeuille. En ce qui concerne le risque de mortalité, il est pris en compte dans le module de souscription vie que nous présentons dans les lignes qui suivent avec la formule du SCR permettant le capital à constituer par l'assureur pour le compte de ce risque.

2.1 Le module de Souscription Vie

Ce module regroupe l'ensemble des sous-modules de risques d'assurance ou de réassurance vie, sauf le risque santé. Il s'agit de :

- **Mortalité:** Selon l'EIOPA, dans les QIS5 Technical Specifications, *"Mortality risk is associated with (re)insurance obligation (such as term insurance or endowment policies) where a (re)insurance undertaking guarantees to make a single or recurring series of payments in the death of the policyholder during the policy term."*

Ce risque concerne donc tous les produits dont le paiement des prestations est déclenché si le décès de l'assuré se produit (temporaire décès, décès vie entière, décès vie entière différée, contrats mixtes, décès emprunteur), et se caractérise par un accroissement de mortalité entraînant une augmentation du niveau des obligations qu'un assureur a vis-à-vis de ses assurés.

- **Longévité :** c'est le risque associé aux produits donnant lieu à un paiement d'annuités jusqu'au décès de l'assuré et pour lesquels une décroissance des taux de mortalité conduirait à une augmentation des provisions techniques.

- **Invalidité/ Incapacité** : c'est le risque de pertes ou modifications adverses de la valeur des passifs, résultant d'un changement de niveau, de tendance ou de volatilité des taux de morbidité et d'invalidité.
- **Rachat** : risque de pertes ou modifications de la valeur du passif, résultant d'un changement dans les taux attendus d'exercice des options de l'assuré.
- **Frais** : risque de pertes provoqué par une variation des coûts des contrats d'assurance et de réassurance.
- **Révision** : risque de pertes ou de modifications adverses de la valeur des passifs d'assurance ou de réassurance, résultant d'une fluctuation du niveau, de la tendance ou de la volatilité des taux de révision appliqués aux annuités, dû à des changements dans l'environnement légal ou le statut de santé de l'assuré.
- **CAT** : concerne les produits décès et se manifeste lorsqu'un accroissement des taux de mortalité causé par des événements extrêmes ou irréguliers a pour effet d'augmenter les provisions techniques.

Pour la détermination des SCR relatifs aux différents sous-modules du module souscription vie, on rappelle la formule du calcul de la meilleure estimation :

$$BE = \sum_{t \geq 0} \frac{CF_t}{(1 + r(t))^t}$$

Avec :

- CF_t : somme des flux de trésorerie à la date t
- $r(t)$ représente le taux d'intérêt sans risque de base pour l'échéance t

Selon les flux de trésorerie, on peut avoir :

$$BE_{\text{brut réas}} = \sum_i \frac{\text{Sinistres}_i - \text{Primes}_i^{\text{com}} + \text{Frais}_i^{\text{généraux}} + \text{Commissions}_i - PB_i}{(1 + r(i))^i}$$

$$BE_{net\ réas} = BE_{brut\ réas} - \sum_i \frac{Part\ réassureur\ sinistres_i - Part\ réassureur\ primes_i}{(1 + r(i))^i}$$

Les SCR du module de ce module s'obtient de la manière suivante :

$$SCR = NAV_0^{central} - NAV_0^{choqué}$$

Avec :

$$NAV_0 = Actif_0 - BE_0$$

Avec l'hypothèse que les chocs n'affectent pas la valeur de marché de l'actif, on a :

$$SCR = BE_{choqué} - BE_{central}$$

Pour ce module, la matrice de corrélation entre les sous-modules est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Matrice de corrélation

Correlation	Mortalité	Longévité	Invalidité/ Incapacité	Rachat	Frais	Révision	Cat
Mortalité	1						
Longévité	-0,25	1					
Invalidité/ Incapacité	0,25	0	1				
Rachat	0	0,25	0	1			
Frais	0,25	0,25	0,5	0,5	1		
Révision	0	0,25	0	0	0,5	1	
Cat	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0	1

Le calcul du SCR de mortalité, noté, correspond à la variation de la Net Asset Value (ΔNAV) après application d'un choc de +15% (*mortshock*) sur les scenarios de taux de mortalité Base Case simulés de l'ensemble des polices exposées au risque de mortalité :

$$Life_{mort} = (\Delta NAV | mortshock) ; mortshock = 15\%$$

- **Approximation du calcul SCR mortalité selon l'EIOPA**

Compte tenu de la difficulté que présente le calcul des SCR pour le calcul de la marge pour risque, l'EIOPA propose des approximations pour réduire ces difficultés. L'une des

méthodes d'approximation du calcul du SCR pour le risque de mortalité que nous présentons dans ce mémoire est la méthode proposée dans le règlement délégué (UE) 2015/35 en son article 91. On a donc :

$$SCR_{mortalité} = 0,15 * CAR * q * \sum_{k=1}^n \left(\frac{1-q}{1-i_k} \right)^{k-0,5}$$

- q : taux de mortalité moyen attendu pondéré par les flux de capitaux
- i_k : taux zéro coupon de maturité k
- n : duration modifiée des paiements exprimée en années, des paiements à verser en cas de décès inclus dans la meilleure estimation
- CAR : représente le montant total du capital sous risque, à savoir la somme, sur l'ensemble des contrats, de la différence entre les deux montants suivants, ou de zéro si cette différence est négative :

i) la somme:

- du montant que l'entreprise d'assurance ou de réassurance paierait actuellement en cas de décès des personnes assurées au titre du contrat, après déduction des montants recouvrables au titre des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation;
- de la valeur actuelle attendue des montants non couverts au tiret précédent que l'entreprise d'assurance ou de réassurance devrait payer à l'avenir en cas de décès immédiat des personnes assurées au titre du contrat, après déduction des montants recouvrables au titre des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation.

ii) la meilleure estimation des engagements correspondants, après déduction des montants recouvrables au titre des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation;

Après cette description de Solvabilité II et des éléments de modélisation du risque de mortalité, nous aborderons dans la suite un exemple de modélisation du risque de mortalité sur un portefeuille d'assuré.

Section 2 : Modélisation du risque de mortalité selon Solvabilité II

Dans cette section, nous proposons une méthode de calcul du SCR du sous-module mortalité, pour le portefeuille « temporaire décès » d'une compagnie d'assurance vie X du Cameroun. La problématique ici est de savoir, quel est le choc de hausse de mortalité à considérer pour un portefeuille décès du Cameroun. Nous utilisons donc le modèle individuel pour modéliser la charge sinistre total de ce portefeuille et par une approximation utilisant le théorème centrale limite, nous calculons le SCR pour le risque de mortalité. Ensuite, nous comparons les résultats obtenus avec le SCR réglementaire de Solvabilité II pour le risque de mortalité. Pour ce faire, nous présentons d'abord le type de contrat pour lequel nous ferons les calculs du SCR, les données de notre étude et les modèles de modélisation de la charge sinistre totale (A), avant de faire la modélisation du SCR mortalité pour le cas du contrat considéré (B).

A. Présentation du contrat, des données d'étude et des modèles de modélisation de la charge sinistre totale

1. Présentation du contrat

La compagnie objet de notre étude, commercialise spécialement les contrats d'épargne, de retraite, d'IFC et de prévoyance décès. Les contrats qui présentent un risque de hausse de mortalité sont les contrats « Décès ». Nous choisissons de voir l'impact d'une hausse de la mortalité sur les provisions constituées pour le contrat « OMEGA » qui est l'un des meilleurs produits de décès de la compagnie X.

1.1 La garantie « OMEGA »

Dans le cadre du contrat d'assurance **OMEGA**, en cas de décès de l'assuré avant le terme du contrat, la compagnie s'engage moyennant paiement des primes stipulées au contrat à payer au moment du décès le capital garanti. L'invalidité totale, permanente et définitive

est assimilée au décès, le capital décès est alors payé par anticipation. La version **OMEGA FAMILLE** permet au souscripteur (assuré principal) de co-assurer ses proches (enfants, conjoint, parents, beaux-parents) et de bénéficier d'un tarif réduit par assuré. Le capital garanti par **OMEGA FAMILLE** est toutefois limité à un million (1 000 000) de francs CFA par assuré.

En cas d'absence de décès des assurés, le contrat ne prévoit aucune garantie en capital. En revanche, en cas de décès d'un assuré, le paiement du capital garanti peut-être effectué 30 jours après remise des pièces justificatives nécessaires au règlement.

Par ailleurs, les assurés participent aux bénéfices techniques et financiers réalisés par la compagnie. Le montant minimal global à distribuer entre tous les assurés, au titre d'un exercice, est déterminé comme suit : 90 % des bénéfices techniques réalisés pendant l'exercice pour l'ensemble des contrats et 85 % des bénéfices financiers.

1.2 Présentation des données d'étude

Dans le cadre de notre analyse portant sur la modélisation du risque de mortalité pour un portefeuille du Cameroun, les données utilisées se composent comme suit :

- **Les numéros de police** : Il s'agit de l'identification attribuée par la compagnie X à chaque contractant de police d'assurance. C'est un ensemble composé des chiffres suivis de lettre (Ex : 11235A). Après analyse du portefeuille, il en ressort que les numéros de polices sont tous uniques. Ce qui peut nous faire dire que, les contractants de OMEGA ont chacun une seule police. Dans la suite, cette donnée ne sera donc pas utilisée car elle n'a pas d'importance sur les calculs.
- **La date de naissance** : Comme son nom l'indique, c'est la date qui renseigne la naissance de l'assuré. Il est ici sous le format Jour/Mois/Année (Ex : 29/05/1982). Elle permettra dans la suite de déterminer, l'âge de chaque assuré.
- **Capital garanti** : C'est le montant contractuel que verse l'assureur en cas de réalisation du risque couvert par le contrat d'assurance.

- **Âge** : C'est l'âge à l'année d'évaluation des SCR. Pour notre étude, l'âge est égal à **2022 – Date de naissance**.

1.3 Statistiques des variables quantitatives

Dans le tableau ci-dessous, nous proposons quelques statistiques des variables quantitatives :

Tableau 15 : Statistiques descriptive des variables quantitatives

Description du Portefeuille	
Nombre d'assuré	10 000
Âge moyen du portefeuille	59
Âge minimum	20
Âge maximum	88
Capital sous risque moyen	750 704
Capital sous risque minimum	500 020
Capital sous risque maximum	999 969

D'après le tableau, les assurés pour le compte de ce contrat ont en moyenne 59 ans et le capital que garantit l'assureur est en moyenne de 750 704 FCFA.

2. Les modèles de modélisation de la charge sinistre totale

Nous présentons dans cette partie, les deux modèles utilisés pour déterminer la loi de la charge sinistre totale : le modèle individuel et le modèle collectif. Quelques notions mathématiques seront rappelées pour permettre la mise en place du modèle permettant le calcul du SCR. Les définitions et les notations utilisées sont celles du cours de master actuariat de l'IIA pour la modélisation de la charge sinistre totale de FOTSO S.

2.1 Le modèle individuel

Le modèle individuel vise à représenter le montant total des sinistres à payer par la compagnie d'assurance sur une période donnée (typiquement un an) en sommant assuré par assuré, les montants des sinistres subis par chaque individu sur cette période. Considérons un portefeuille ayant n contrats ou assurés et soit S_n la v.a. représentant la

charge sinistre de ce portefeuille au cours de la période considérée. Pour $i = 1, \dots, n$, notons Y_i la v.a. montant cumulé des sinistres du $i^{\text{ème}}$ assuré pendant la période considérée. Dans le modèle individuel, la charge sinistre totale S_n est donnée par la formule :

$$S_n = \sum_{i=1}^n Y_i$$

Les hypothèses usuelles de ce modèle sont telles que :

- Les variables Y_i sont indépendantes et identiquement distribuées ;
- Les variables Y_i sont de même loi que la variable Y montant des sinistres par assuré.

Notons que plusieurs polices du portefeuille ont un montant de sinistres égal à 0, de sorte que Y suit une distribution mixte avec une masse de probabilité en 0. On a :

$$E(S_n) = E\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right) = \sum_{i=1}^n E(Y_i) = n * E(Y)$$

et
$$V(S_n) = V(\sum_{i=1}^n Y_i) = \sum_{i=1}^n V(Y_i) = n * V(Y)$$

Supposons que pour une police du portefeuille, la probabilité qu'elle ait un sinistre est p et la probabilité qu'elle n'en ait pas est $1 - p$. Nous supposons également qu'en cas de sinistres, le montant est Y v.a.r positive continue. On a donc :

$$Y = \begin{cases} Z & \text{avec la probabilité } p \\ 0 & \text{avec la probabilité } 1 - p \end{cases}$$

Ainsi, $Y = IZ$ où I suit une loi de Bernoulli $\mathcal{B}(0, 1)$ et, I et Z sont indépendantes.

On a alors :

$$V(Y) = V(IZ) = E[(IZ)^2] - [E(IZ)]^2 = E(I^2)E(Z^2) - [E(I)E(Z)]^2$$

En remplaçant $E(I^2) = V(I) + [E(I)]^2 = [p(1 - p) + p^2]$ et $[E(I)E(Z)]^2 = p^2[E(Z)]^2$, on obtient : $V(Y) = pE(Z^2) - p^2[E(Z)]^2$.

Puis en faisant de même que précédemment, $E(Z^2) = V(Z) + [E(Z)]^2$, on en déduit donc que : $V(Y) = pV(Z) + p(1 - p) [E(Z)]^2$.

Soit alors :
$$\begin{cases} E(Y) = E(I)E(Z) \\ V(Y) = pV(Z) + p(1 - p) [E(Z)]^2 \end{cases}$$

2.2 Le modèle collectif

On définit une classe C de contrats, dont le cardinal est compris entre 1 et le nombre de contrats du portefeuille d'une entreprise d'assurance dans une branche donnée. Les contrats sont indistincts dans cette branche, c'est à dire que l'on considère qu'ils sont tous identiques.

Soit N le nombre de sinistres du portefeuille (N est une v.a.r) et Y_i le montant du sinistre i . La charge sinistre totale S_N du portefeuille est fonction du nombre de sinistres N et des montants de ceux ci Y_i . On a :

$$S_N = \sum_{i=1}^N Y_i$$

C'est donc une somme d'un nombre aléatoire de v.a Y_i .

Les hypothèses pour l'utilisation facile de ce modèle sont :

- Indépendance entre le nombre et le coût des sinistres, c'est à dire que les v.a N et $(Y_i)_{i \geq 1}$ sont supposées indépendantes.
- Indépendance et stationnarité des montants de sinistres. Les $(Y_i)_{i \geq 1}$ sont iid, et surtout ne varient pas avec l'effet du temps.
- Si $N = 0$; $S_N = 0$

Comme le modèle individuel est celui que nous choisissons pour modéliser la charge sinistre du portefeuille de temporaire décès, nous ne présentons pas le calcul des moments pour le modèle collectif.

2.3 Quelques notions mathématiques

Soit Y une variable aléatoire continue, f sa densité, F sa fonction de répartition et m et σ deux nombres réels.

a) Toute variable aléatoire Y continue dont la loi a pour densité f définie sur $\mathbb{R}$ par

$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \right]$ est dite suivre la loi normale de moyenne m et d'écart-type σ .

Si $m = 0$ et $\sigma = 1$, on dit que Y suit une loi normale centrée réduite.

- b) **Théorème central limite (TCL)** : Soit une suite de variables aléatoires $X_1, X_2, \dots, X_n$ indépendantes et de même loi, d'espérance m et d'écart-type σ . Alors la variable aléatoire Y converge en loi vers la loi normale centrée réduite. C'est-à-dire

$$Y_n = \frac{\bar{X}_n - m}{\sigma/\sqrt{n}} \rightarrow \mathcal{N}(0,1)$$

B. Calcul du SCR mortalité

Dans cette sous-section, nous proposons d'abord le calcul du SCR mortalité, en modélisant la charge sinistre du portefeuille par un modèle individuel et en utilisant la définition du SCR puis le TCL. Ensuite nous ferons le même calcul mais en utilisant la formule proposée par Solvabilité II afin de tirer les enseignements qui en découlent.

1. Calcul du SCR mortalité par le modèle individuel

La connaissance du choc de hausse de mortalité à appliquer pour le calcul du SCR mortalité, permet l'utilisation de la formule standard à cet effet. Mais dans le contexte du Cameroun, où la réglementation est encore sous Solvabilité I (donc absence de règles de calcul de fonds propres sur la base des risques), il convient d'approcher le calcul de ce SCR afin de permettre son application pour un portefeuille du Cameroun. C'est le but de cette partie du mémoire.

1.1 Les hypothèses

Rappelons que le calcul du SCR se fera pour un portefeuille constitué uniquement de contrat « OMEGA » qui se comporte comme un contrat en temporaire décès. Nous utilisons en plus des hypothèses et des notations de la partie sur le modèle individuel (A 2.1), les hypothèses suivantes :

- n est le nombre d'assurés pour le contrat « OMEGA » ;
- pour $i = 1, \dots, n$, notons Y_i la v.a montant cumuler des sinistres du $i^{\text{ème}}$ assuré pendant la période considérée ;
- durée du contrat : 1 an

- dans le portefeuille, le paramètre (probabilité) de la v.a I qui suit une loi de Bernoulli, est la probabilité moyenne de décès. C'est-à-dire, p est la probabilité correspondante à l'âge moyen des assurés du portefeuille¹¹.
- En cas de décès d'un assuré, l'assureur verse un capital aux ayants droit de l'assuré. Comme ce capital est fixé pour chaque assuré (donc Z n'est pas aléatoire pour un assuré), nous supposons donc que l'assureur paye un capital moyen $Z = C$ pour chaque contrat. Donc $Y = IC$ où C est une constante. Alors,

$$E(Y) = C * E(I) = C * p \text{ et } V(Y) = C^2 V(I) = p(1 - p)C^2$$

La charge sinistre totale pour ce portefeuille est donc une variable aléatoire $S_n = \sum_{i=1}^n Y_i$ dont la moyenne et la variance sont :

$$E(S_n) = n * p * C$$

et

$$V(S_n) = n * p(1 - p)C^2$$

1.2 Formulation de la méthode de calcul

Par définition du SCR, on veut : **Probabilité**($S_n < E(S_n) + SCR$) = 99,5% (1)

Donc on aura :

$$(1) \Leftrightarrow \text{Probabilité} \left(\frac{S_n - E(S_n)}{\sigma(S_n)} < \frac{SCR}{\sigma(S_n)} \right) = 99,5\%$$

Comme $n > 30$ dans notre cas, d'après le théorème central limite, on a :

$$(1) \Leftrightarrow \text{Probabilité} \left(\mathcal{N}(0,1) < \frac{SCR}{\sigma(S_n)} \right) = 99,5\%$$

(1) $\Leftrightarrow \varphi \left(\frac{SCR}{\sigma(S_n)} \right) = 99,5\%$, où φ est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite.

$$\text{Ainsi, } SCR = \sigma(S_n) * \varphi^{-1}(99,5\%)$$

Avec

$$\sigma(S_n) = \sqrt{V(S_n)} = C * \sqrt{n * p(1 - p)} \text{ et } \varphi^{-1}(99,5\%) = 2,58$$

¹¹ Cette probabilité sera lue sur la table CIMA H qui est la table pour les opérations d'assurance vie en cas de décès

1.3 Application numérique

Les résultats de calcul du SCR mortalité ainsi que les différents paramètres utilisés sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Récapitulatif du calcul du SCR mortalité par le modèle individuel

Âge moyen	59
Capital moyen	750 704
Nombre d'assuré	10 000
Capital sous risque total = Nombre d'assuré*Capital moyen	7 507 043 219
Charge sinistre totale	
Probabilité moyenne de décès	1,2457%
Moyenne	93 514 324
Ecart Type	8 326 291
Volatilité = Ecart Type/Moyenne	8,9038%
SCR = 2,58 * écart-type	21 447 103

D'après le tableau, nous constatons que le SCR mortalité est de **21 447 103 FCFA** pour ce portefeuille. C'est donc ce montant que doit constituer la compagnie X comme fonds propre pour ce risque.

Pour la suite, nous chercherons à comparer ce résultat avec celui de Solvabilité II.

2. Calcul du SCR mortalité par la formule de Solvabilité II

2.1 Rappel des formules et calcul du SCR mortalité

Dans la section précédente, nous avons la formule du calcul du SCR qui est :

$$SCR = \Delta NAV = BE_{choqué} - BE_{central}$$

Sous les hypothèses suivantes :

- Tous les contractants ont souscrit au contrat OMEGA le 01/01/2021
- Date d'évaluation du SCR est : 01/01/2022
- Courbe des taux utilisée est celle fournie par la BEAC pour le Cameroun. L'étude des courbes de taux ne fait pas l'objet de notre étude. Les courbes de taux sont l'œuvre des travaux de GBONGUE et al. [2017] qui ont proposé un GSE pertinent pour la zone CIPRES et par ricochet pour la zone CIMA.

On a :

$$BE_{central} = \sum_{i=1}^{10\,000} \frac{Capital_i * Probabilité\ décès_i}{(1 + t)}$$

Et

$$BE_{choqué} = \sum_{i=1}^{10\,000} \frac{Capital_i * Probabilité\ décès\ choc_i}{(1 + t)}$$

Avec :

- $Capital_i$: le capital garanti pour l'assuré i
- $Probabilité\ décès_i$: la probabilité de décès pour l'assuré i , observée par âge sur la table de mortalité.
- $Probabilité\ décès\ choc_i$: la probabilité après le choc de 15% de hausse de mortalité prévu par l'EIOPA. Elle est obtenue par :

$$Probabilité\ décès\ choc_i = Probabilité\ décès_i * (1 + 15\%)$$
- t représente le facteur d'actualisation qui est le taux à un an fourni par la courbe des taux du Cameroun.
- La table de mortalité pour les opérations d'assurances en cas de « décès » dans la zone CIMA est la CIMA H. C'est donc elle que nous utilisons dans ce mémoire.

Les différents calculs sont effectués sur le logiciel EXCEL et nous présentons les résultats obtenus dans le tableau ci-après :

Tableau 17 : Calcul du SCR mortalité par la formule de Solvabilité II

	Centrale	Choqué
Best Estimate	120 290 225	138 333 759
ΔVAV		18 043 534

On en déduit du tableau que le capital de solvabilité requis pour couvrir le risque de mortalité de l'ensemble des 10 000 assurés est de **18 043 534** FCFA. C'est donc le montant réglementaire que prévoit Solvabilité II pour faire face à une situation de ruine à horizon un an dans 99,5% des cas.

Nous procédons par la suite à une étude de sensibilité du SCR par rapport à différents chocs afin de voir à quel choc correspondrait le résultat obtenu dans le modèle interne.

2.2 Sensibilité du SCR

Les études menées par l'EIOPA dans le cadre de la réforme de Solvabilité II ont permis de prévoir, une hausse de 15% de la mortalité à un an. Mais dans le cas de la zone CIMA où de telles études ne sont pas réalisées, il est important de voir comment évolue ce SCR en cas modification du choc de 15% prévu par l'EIOPA.

Pour cela, nous recalculons les SCR en prenant les chocs de 10%, 18% et 20% respectivement.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 18 : Sensibilité du SCR à la suite de différents chocs

	Central	Choc 10%	Choc 15%	Choc 18%	Choc 20%
Best Estimate	120 290 225	132 319 247	138 333 759	141 942 465	144 348 270
ΔNAV		12 029 022	18 043 534	21 652 240	24 058 045

Nous observons d'après le tableau que, plus le choc est élevé, plus les best estimate et le SCR augmentent. Il y a donc une tendance croissante pour le best estimate et le SCR représentée par les figures suivantes :

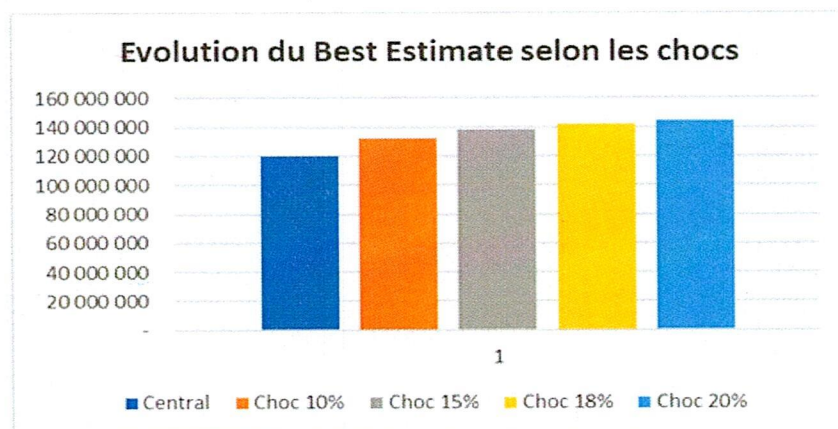


Figure 7 : Sensibilité du BE

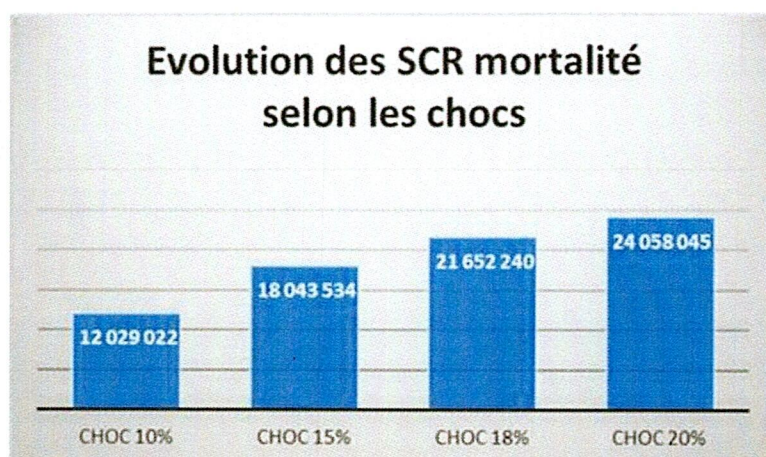


Figure 8 : Sensibilité des SCR

Ainsi, plus le choc appliqué est grand, plus on provisionne.

2.3 Comparaison des SCR choqués avec celui du modèle individuel

Le graphique suivant montre les valeurs des différents SCR :

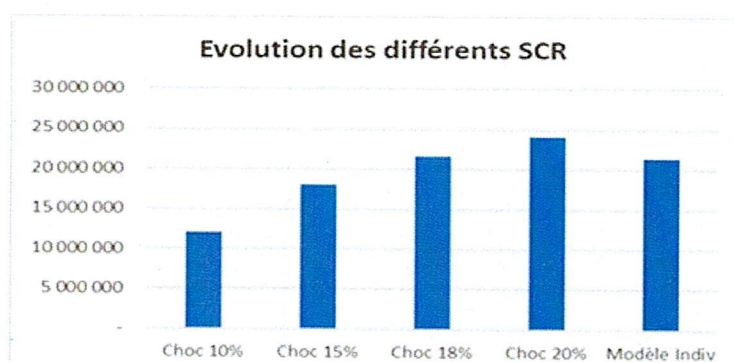


Figure 9 : Comparaison des SCR

Nous constatons que le SCR obtenu par le modèle interne est dans l'intervalle $[SCR_{choc\ 15\%}; SCR_{choc\ 18\%}] = [18\ 043\ 534; 24\ 058\ 045]$, et sa valeur est plus proche de celle du $SCR_{choc\ 18\%}$ (car $SCR_{choc\ 18\%} - SCR_{Modèle\ Indiv} = 205\ 137$) que celle du $SCR_{choc\ 15\%}$ (car $SCR_{Modèle\ Indiv} - SCR_{choc\ 15\%} = 3\ 403\ 569$).

Ce qu'on retient ici est que le SCR obtenu avec le modèle individuel est supérieur à celui correspondant au choc réglementaire de 15% et que le SCR par ce modèle individuel correspond à un choc de près de 18%. Le choc de hausse de mortalité à appliquer pour ce portefeuille est donc proche de 18%.

Conclusion partielle de la partie II

Au terme de cette partie, nous retenons que la directive européenne Solvabilité II est entrée en vigueur au 1er janvier 2016. Il s'agit d'une réglementation prudentielle fondée sur trois piliers, comme les accords de Bâle pour le secteur bancaire. Le premier pilier (pilier I) de Solvabilité II, prévoit de mesurer l'impact sur les capitaux propres de la société un ensemble d'évènements défavorables sur l'horizon d'un an à une probabilité correspondant au quantile 99,5% (cf OLYMPIO A. [2019]). De manière synthétique, ceci se traduit d'abord par des calculs des meilleures estimations des provisions (provisions best estimate), puis l'utilisation de la formule standard afin de mesurer le capital réglementaire de solvabilité ajusté aux risques encourus. Ce montant de capital devrait permettre à la compagnie de faire face à une ruine économique à horizon un an et avec un temps de retour de 200 ans. Une approche alternative consiste à mettre en place un modèle interne partiel ou total, mieux adapté au profil de risque de la compagnie, permettant de déroger à la formule standard pour tout ou partie de ses modules de risques et matrices de corrélations.

De plus, pour le contrat « OMEGA » du portefeuille décès de la compagnie X considéré, nous avons calculé le SCR pour le risque mortalité par la formule standard recommandée par l'EIOPA, puis par une approximation de la charge de sinistre totale à l'aide du théorème central limite. On a obtenu respectivement pour ces méthodes, **18 043 534 FCFA** et **21 447 103 FCFA** comme valeur du SCR mortalité. L'étude de la sensibilité du SCR a révélé que la valeur du SCR obtenu par le modèle individuel correspond à un SCR de Solvabilité II pour un choc de près de 18%.

Les limites que révèlent la méthode d'approximation et de la formule standard sont :

- Non convergence des lois utilisées si l'échantillon d'étude n'est pas de taille importante ;

- Choc de 15% choisi de façon arbitraire pour le Cameroun et qui pouvait être soit à la hausse ou à la baisse ;
- Le portefeuille est supposé être celui d'une compagnie d'assurance vie du Cameroun, ce qui pourrait laisser des biais dans l'analyse ;
- le choc de 15% appliqué pour ce portefeuille de la CIMA est arbitraire et ne reflète pas les caractéristiques des assurés du Cameroun.

Il revient à prévoir à l'avenir, une étude pour répondre à la problématique du choc de mortalité à appliquer dans le cadre de l'application de la formule standard et de disposer des données de mortalité sur une dizaine d'années pour un portefeuille d'assurance du Cameroun pour étudier les USP¹².

¹² Undertaking Specific Parameters : voir OLYPIO A. [2019] pour les détails à ce sujet

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le mémoire a permis d'exposer un certain nombre de risque qui menacent la solidité financière des entreprises d'assurance de la zone CIMA. Ces risques sont multiples et variés. Entre autres nous avons vu les risques techniques, les risques de placement, les risques opérationnels et de réassurance ; puis d'autres risques en l'occurrence, les risques de défaillance des partenaires privilégiés. Au nombre des risques techniques identifiés, nous avons : les risques de sous tarification et de sous provisionnement ; les risques de mortalité et de longévité ; le risque de rachat et les risques liés aux frais généraux. Concernant les risques de placement, il était essentiellement question des risques de dépréciation et de liquidité ; des risques de taux et d'adéquation actif-passif. Tous ces risques identifiés étaient vu sous l'angle de la réglementation CIMA en ce sens que les mesures règlementaires pour la gestion des risques est fondée sur les trois piliers de solvabilité I. Mais cette réglementation ne prend pas en compte tous les risques inhérents à l'activité de l'assurance. C'est le cas des risques de marché, le risque opérationnel et le risque de contrepartie.

Il a permis aussi d'explorer le régime de Solvabilité II, qui contrairement à Solvabilité I, encourage la maîtrise et la gestion des risques au sein des entreprises d'assurance. Ces trois piliers permettent respectivement aux entreprises d'assurance, de disposer des capitaux nécessaires pour la couverture de chaque risque ; de mettre sur pieds des systèmes de gestion de risque et une gouvernance pour le suivi et contrôle des risques ; et de disposer d'une bonne qualité d'information aux autorités de contrôle et au public. Dans ce régime de Solvabilité II, le profil de risque de chaque assureur est reflété sur ses fonds propres. Ainsi, plus un assureur développe un appétit pour risque, et plus il constituera plus de fonds pour être solvable et préserver l'intérêt des assurés et des bénéficiaires de contrat.

Nous nous sommes intéressés ensuite à la modélisation du risque de mortalité sous solvabilité II pour un portefeuille supposé être celui d'une compagnie d'assurance du Cameroun. Ce choix s'inscrit dans l'optique où les contrats d'assurance en cas de « décès » et les contrats « mixtes », occupent une place importante dans les produits les mieux

commercialisés de la zone CIMA. Aussi, la valorisation de l'actif et du passif sous Solvabilité II est un sujet abordé dans les travaux de OUATTARA DJAGANA¹³ dans son mémoire d'actuariat.

Pour le risque de mortalité, il a été question de trouver le choc de hausse de mortalité à prendre en compte pour un portefeuille du Cameroun. Ainsi, nous avons proposé, un modèle individuel qui modélise la charge sinistre totale, puis utilise la définition du SCR et le TCL, pour calculer le capital de solvabilité requis par Solvabilité II. Il ressort donc des différents calculs que, le SCR pour le risque de mortalité est de **18 043 534 FCFA** par la méthode du best estimate et de **21 447 103 FCFA** pour le modèle individuel. Les chocs différents effectués pour étudier la sensibilité des 15% de choc de hausse de la mortalité à prendre en compte pour le risque de mortalité montrent que, plus le choc appliqué est élevé, et plus le SCR est grand. Aussi, il s'est avéré que le SCR calculé par le modèle individuel est plus grand que celui de Solvabilité II. Cependant, il correspond au SCR obtenu par choc de près de 18% de hausse de mortalité (qui est de **21 652 240 FCFA**).

On conclut alors que le choc à appliquer pour ce portefeuille est proche de 18%.

Pour une compagnie d'assurance vie qui ne détient que ce portefeuille dans la zone CIMA où le capital pour exercer l'activité d'assurance est de 5 milliards, le ratio de solvabilité est donc de :

$$Ratio_s = \frac{5 \text{ milliards}}{SCR_{\text{Modèle Indiv}}} = 233,13$$

Cette compagnie considérée est donc 233 fois solvable.

Néanmoins, les hypothèses utilisées dans ce mémoire ne sont pas toujours vérifiées dans la réalité.

Pour l'amélioration de la gestion des risques dans la zone CIMA, nous recommandons aux :

- responsables de la CIMA de militer à une amélioration de l'actuel régime de solvabilité en vigueur, pour permettre la gestion efficace des risques dans les

¹³ Confère bibliographie pour les détails sur le mémoire

entreprises d'assurance puis encourager, la formation des experts en la maîtrise et du suivi des risques afin de mettre à la disposition des assureurs, les personnes ressources pour l'implémentation des réformes à venir;

- assureurs de la zone CIMA, de cultiver l'attitude de collecte efficace de données, pour faciliter les études sur les sujets comme la gestion des risques ;
- responsables des départements de contrôle interne des entreprises d'assurance, de prendre connaissance des outils moderne de gestion des risques comme l'ERM, afin d'identifier les risques des entreprises, contrôlés et les gérés de manière adéquate.

Par ailleurs, il est portant d'améliorer ce travail à l'avenir. Pour ce faire, nous proposons

- d'effectuer le calcul du SCR mortalité sur un vrai portefeuille de la zone CIMA, puis analyser les données sur la mortalité afin de savoir quel choc serait le mieux à appliquer pour prendre en compte une hausse de mortalité ;
- d'étudier les USP pour apporter une modélisation alternative aux chocs forfaitaires fixés de manière arbitraire par la formule standard ;
- de modéliser les fluctuations non associées à des erreurs d'échantillonnage, mais à des changements dans le niveau de la mortalité. Il faudrait donc des observations de mortalité sur la zone CIMA (ou les données des instituts de statistique) avec une quinzaine d'années ;
- d'étendre le calculer du SCR de souscription vie pour la compagnie X qui commercialise aussi les produits de décès emprunteur ;
- de réaliser la cartographie des risques de la compagnie X, et de mettre sur pied des indicateurs clé de risque et de performance, pour le suivi efficace des différents risques identifiés
- de mettre en place des indicateurs de rentabilité pour les différent département de la compagnie (Commerciale, Sinistre, production, ...).

Enfin, un élément qui peut permettre à la CIMA de voir l'urgence de l'amélioration du régime de solvabilité est de comparer les 5 milliards de fonds exigés au capital de solvabilité requis.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUTAYBI A., Techniques d'agrégation des risques. Mémoire EURIA 2014 ;
- Code des assurances de la CIMA [2019] ;
- OUATTARA D., IIA [2019] Cours assurance de personne du master actuariat IIA;
- [2021] Cours Règlementation CIMA du master actuariat IIA
- Cours Stéphane Loisel master actuariat IIA d'Enterprise Risk Management [2021] ;
- DJOUONTU Rodrigue [2017] Modélisation des rachats d'un contrat d'assurance vie. Mémoire d'actuariat, Université de Douala ;
- GBONGUE F. et PLANCHET F. [2017]. Article « Analyse comparative des modèles de construction d'une courbe des taux sans risque dans la zone » ;
- Guide d'Audit : Cartographie des risques GPA [2006] ;
- KACEM H. [2014], Modélisation du risque de longévité et construction d'une table de mortalité prospective d'expérience. Mémoire EURIA ;
- KAMEGA A., [2011] Outils théoriques et opérationnels adaptés au contexte de l'assurance vie en Afrique subsaharienne francophone. – Analyse des risques liés à la mortalité ;
- KOUADIO K., [2018] Méthodes prospectives de calcul de SCRs et applications. Mémoire d'actuariat ISUP ;
- LE DILY S. [2011] Corrélation et modélisation des dépendances en gestion des risques : application en assurance vie dans le cadre de Solvabilité 2. Mémoire d'actuariat, ISFA/Université de Lyon ;
- AMF : Cadre de référence sur les dispositifs de gestion des risques et de contrôle interne pour les valeurs moyennes et petites [2010]. Le Model SCOR, Le management du risque
- DEMORTIER N. [2014] Analyse et gestion des risques d'une société d'assurance vie par la MCEV. Mémoire d'actuariat, ISFA/ Université de Lyon ;

MEISTER V. [2007] Solvabilité II : contexte, valorisation et impacts sur l'exigence en capital. Mémoire d'actuariat, Université de Strasbourg ;

OLYMPIO A. [2019] Contributions au provisionnement en assurance de personnes et à la gestion des risques, Thèse d'actuariat, Université Claude Bernard Lyon 1.

RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/35 DE LA COMMISSION du 10 octobre 2014 ;

TRAINAR P., THOUROT P. [2017] Gestion de l'entreprise d'assurance, 2^e édition. Paris : Dunod ;

Les grands principes de Solvabilité II, L'argus Editions, 2^{ème} édition. 2013

[Afrique: Selon l'OMS, l'espérance de vie a augmenté de près de 10 ans entre 2000 et 2015 \(lesaffairesbf.com\)](#), site consulté le 10 août 2021 ;

[Comment fonctionne le rachat d'assurance vie ? Fiscalité 2021 \(reassurez-moi.fr\)](#), site consulté le 18 août 202 ;

[Gestion des risques - Définition du glossaire \(daf-mag.fr\)](#) Site consulté les 12 et 13/07/2021 ;

[Evaluation de la solvabilité des compagnies d'assurance | READ online \(oecd-ilibrary.org\)](#), site consulté le 17 août 2021 ;

[Mortalité par profession : médecins, pharmaciens et dentistes restent privilégiés | egora.fr](#), site consulté le 10 août 2021 ;

[« Quel âge avez – vous ? » : une question très embarrassante au Cameroun - Come4News](#), site consulté le 18 août 2021 ;

[Taux de mortalité, brut \(pour 1 000 personnes\) - Sub-Saharan Africa | Data \(banquemonddiale.org\)](#), site de la banque mondiale consulté le 4 août 2021 ;

ANNEXES

Annexe I :

1.1 Tarification du contrat « temporaire décès »

$$\text{Prime Unique} = \text{Capital} * \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x}$$

Avec :

$$M_x = \sum_{k=0}^{w-x} C_{x+k} ; D_x = \frac{l_x}{(1+i)^x} ; C_x = \frac{d_x}{(1+i)^{x+1/2}}$$

Par un calcul utilisant la table de mortalité CIMA H, on obtient :

Âge	Dx	Mx
50	160 353	66 528
55	129 707	60 757
60	103 467	54 517

$$\text{Ainsi, Prime Unique1} = 500\,000 * \frac{M_{50} - M_{55}}{D_{50}} = 17\,995 \text{ et}$$

$$\text{Prime Unique2} = 500\,000 * \frac{M_{55} - M_{60}}{D_{55}} = 24\,054$$

1.2 Les ratios de solvabilité en zone CIMA

L'article 729 du code des assurances présente quelques ratios de performance.

Les sociétés de micro-assurance sont tenues de produire chaque année à la Commission Régionale de Contrôle des Assurances et au Ministre en charge des assurances dans l'État membre dans un délai maximum de trente (30) jours après la tenue de l'assemblée générale appelée à statuer sur les comptes clos et au plus tard le 1er août, les ratios suivants :

1) le ratio de revenu net

Le ratio de revenu net est défini comme le résultat net pour la période divisé par les primes acquises à la même période.

La formule est la suivante : **Ratio de revenu net = Revenu net / Primes acquises**

Revenu net (avant subventions non permanentes) = Primes acquises + Produits Financiers + autres produits – la charge de sinistres – les frais de gestion (commissions y compris).

2) le ratio des charges de gestion

Ce ratio correspond aux frais généraux encourus divisés par les primes acquises.

Ratio des charges de gestion = Frais généraux engagés / Primes acquises

Les frais généraux engagés (avant subventions) prennent en compte toutes les charges effectives pendant la période, y compris l'amortissement du matériel, les provisions pour dépréciation et les commissions.

3) le ratio des charges de sinistres

Le ratio des charges de sinistres se définit comme le total des sinistres payés et la variation des sinistres à payer pendant une période donnée, divisé par les primes acquises à la même période.

Ratio des charges de sinistres = Charges de sinistres / Primes acquises

4) le taux de fidélisation

Le taux de fidélisation correspond au nombre d'assurés ou sociétaires qui ont reconduit leur police par rapport au nombre de ceux qui en avaient la possibilité (personnes admissibles).

Taux de fidélisation = Nombre de reconductions / Nombre de reconductions possibles

Le nombre de reconductions, c'est le nombre réel d'assurés ou sociétaires ayant reconduit leur police. Le nombre de reconductions possibles, c'est le nombre d'assurés ou sociétaires pouvant reconduire leur police. Ce nombre exclut ceux qui sont devenus inadmissibles à cause de leur âge avancé, de leur décès, ou de toute autre raison ayant entraîné leur inadmissibilité au cours de la période considérée.

5) la rapidité de règlement des sinistres

Cet indicateur mesure le temps que prend le micro-assureur pour régler les indemnités dues aux assurés. Il s'agit du nombre de jours entre la date de déclaration du sinistre et la date effective de paiement des indemnités. L'indicateur se calcule donc sur les sinistres entièrement traités.

6) le ratio des rejets de demandes d'indemnisation

Le ratio des rejets de demandes d'indemnisation correspond à la proportion des demandes d'indemnisation rejetées sur le nombre total des demandes pour un ensemble de demandes d'indemnisation.

Ratio de rejets de demandes d'indemnisation = Nombre de demandes rejetées / Total des sinistres déclarés

7) le ratio de croissance

Le ratio de croissance est défini comme l'augmentation du nombre d'assurés au cours de la période, divisée par le nombre d'assurés au début de la période.

Ratio de croissance = (Nombre d'assurés en n – Nombre d'assurés en n-1) / Nombre d'assurés en n-1

8) le ratio de solvabilité

Le ratio de solvabilité est obtenu en divisant les éléments d'actif admis par les engagements réglementés.

Ratio de solvabilité = Eléments d'actif admis / Engagements réglementés

9) le ratio de liquidité

L'indicateur du ratio de liquidité mesure la trésorerie disponible permettant de faire faces aux obligations à court terme.

Ratio de liquidité = (Trésorerie disponible ou équivalents de trésorerie) / Provisions pour sinistres à payer (PSAP) + Dettes à court terme (trois (3) mois)

La Commission arrête la liste des ratios que les sociétés de micro-assurance sont tenues de publier dans un journal habilité à recevoir les annonces légales dans les délais du 1er alinéa. Elle peut fixer par voie de circulaire des ratios cibles à respecter

Annexe II :

II-1 Méthodes de détermination de la marge pour risque

Deux méthodes de calcul de la marge ont été envisagées comme hypothèses de travail lors des travaux préparatoires (les études quantitatives d'impact) :

- la première méthode envisagée est que la marge pour risque serait égale à la différence entre le Best Estimate et le 75e centile de la distribution de probabilité sous-jacente, jusqu'à la liquidation ;
- la seconde méthode est que la marge pour risque est une fonction du coût que représenterait la mobilisation de capitaux propres à hauteur du SCR, jusqu'à la liquidation des engagements en cours. C'est cette dernière méthode qui a été finalement retenue. Elle est dite « méthode du coût du capital ».

Le taux du coût du capital est égal au taux supplémentaire que supporterait une entreprise ayant des fonds propres éligibles suffisants pour satisfaire aux normes du capital requis. Ce taux s'ajoute au taux sans risque. Il a été fixé par la Directive à 6%. Autrement dit, après avoir calculé le capital requis par les provisions techniques évaluées au best estimate, l'entreprise majore de 6% le résultat obtenu.

II-2 Etapes du calcul du SCR



Figure 10 : Processus du calcul du SCR

II-3 Exemple de calcul du BSCR

Nous prenons en compte le risque de taux d'intérêt dans le calcul du SCR de marché. Comme le contrat considéré est sur un an, nous prenons la courbe de taux à 1 an et faisons le choc de hausse de 70% et un choc de baisse de 75% puis on considère le best estimate le plus élevé. Les chocs prévus par Solvabilité II pour la courbe de taux sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Chocs sur la courbe des taux

Échéance (en année)	Augmentation	Diminution
1	70%	75%
2	70%	65%
3	64%	56%
4	59%	50%
5	55%	46%
6	52	42%
7	49%	39%
8	47%	36%
9	44%	33%
10	42%	31%
11	39%	30%
12	37%	29%
13	35%	28%
14	34%	28%
15	33%	27%
16	31%	28%
17	30%	28%
18	29%	28%
19	27%	29%
20	26%	29%
90	20%	20%

En ce qui concerne la temporaire décès que nous avons étudié, calculons le BSCR.

$$BSCR = \sqrt{SCR_{vie}^2 + SCR_{Marché}^2 + 0,25 * SCR_{vie} * SCR_{Marché}}$$

Donc on a les résultats suivants :

Tableau 20 : Résumé du calcul du BSCR

SCR Vie	SCR Mod Indiv	SCR Marché	BSCR
18 043 534	21 447 103	2 490 741	18 520 484