
INSTITUT
INTERNATIONAL DES
ASSURANCES



B.P. : 1575 Yaoundé - Tel :
+(222) 207 152
contact@iiayaounde.com

ACTIVA CAMEROUN



B.P. : 2970 DOUALA Cameroun
- Tel : + (237) 233 501 300
activa.assur@group-activa.com

INSTITUT DE SCIENCE
FINANCIÈRE ET
D'ASSURANCE



B.P. : Lyon Cedex 07 - Tel : +33
(0)4.37.28.74.74 contact@isfa.fr

Mémoire de fin de formation

OPTIMISATION DU PROGRAMME DE RÉASSURANCE VIE : CAS D'ACTIVA VIE

Rédigé par :

FOGANG LONTOUO Sandra Desmair

Etudiante en Master actuariat IIA-ISFA

Sous la supervision de :

Omer KAMKUMO

Actuaire, Directeur Technique

Centrale d'Activa Vie

et de :

Eric MANIABLE

Actuaire, Président de la MAC

Année académique 2020-2021

♣ REMERCIEMENTS ♣

Mes remerciements vont à l'endroit de :

- L'institut International des Assurances (IIA) pour la qualité de la formation et l'encadrement reçu pendant ces deux années.
- La compagnie Activa Vie qui nous a accueilli dans ses locaux dans le cadre ce stage.
- Monsieur Omer KAMKUMO, directeur technique central d'Activa Vie pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire et pour les précieux conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer malgré ses multiples occupations.
- Monsieur Thibaut NJUTAPVOUI, actuaire, chef service d'actuariat d'Activa Vie pour sa disponibilité, son encadrement, sa bienveillance, sa gentillesse et ses conseils.
- Monsieur Eric MANIABLE pour l'encadrement académique et son expertise partagé.
- La direction technique d'Activa Vie. Particulièrement madame Rolande NGUEA pour la bonne humeur quotidienne et les multiples conseils.
- Monsieur Achile SIMEU pour son accompagnement et ses promptes réactions aux difficultés rencontrées.
- Mes camarades particulièrement Joel NJEUKAM, Brice NSIMEN pour les multiples échanges fructueux.
- Des aînés académiques qui m'ont accompagnés dans la relecture de ce mémoire. Particulièrement monsieur Anicet MAMA.
- Mon fiancé Eugène DETTAA sans cette aventure n'aurait pas été possible. Merci pour le soutien inconditionnel.

♣ TABLE DES MATIÈRES ♣

REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIÈRES	4
RÉSUMÉ	5
ABSTRACT	6
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES ACRONYMES	7
LISTE DES TABLEAUX ET DES GRAPHIQUES	7
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
1 GÉNÉRALITÉS ET CONTEXTE	3
1.1 Généralités sur la réassurance	3
1.1.1 Définition et objet de la réassurance	3
1.1.2 Cadre réglementaire de la réassurance en Afrique	3
1.1.3 Cessions légales	4
1.2 Les pratiques usuelles en réassurance	5
1.2.1 Mode de cession de risque en réassurance	5
1.2.2 Types de cession en réassurance	6
1.2.3 Principales clauses d'un plan de réassurance	11
1.3 Tarification des traités de réassurance vie	12
1.3.1 Tarification traités proportionnels	12
1.3.2 Tarification des traités non proportionnels	13
1.4 Choix des indicateurs de rentabilité	15
2 ANALYSE DESCRIPTIVE DU PORTEFEUILLE	18
2.1 Société d'assurance Activa Vie	18
2.1.1 Présentation de la structure	18
2.1.2 Caractéristiques des produits proposés	19
2.2 Périmètre d'étude et traitement des données	20
2.3 Analyse descriptive du portefeuille décès d'Activa	21
2.3.1 Analyse du portefeuille souscription	22
2.3.2 Analyse de la sinistralité	24
2.4 Un premier constat sur le portefeuille	26
2.4.1 Ratio de sinistralité	26
2.4.2 Analyse de la réassurance pratiquée chez Activa	27
3 OPTIMISATION DE LA RÉASSURANCE	31
3.1 Méthode d'optimisation	31

3.1.1	Méthode d'optimisation de la réassurance proportionnelle	31
3.1.2	Méthode d'optimisation des traités en excédent de sinistre	32
3.2	Optimisation par type de traités	34
3.2.1	Optimisation du traité quote part	35
3.2.2	Optimisation du traité en excédent de sinistre	37
3.3	Analyse comparative des stratégies de réassurance	41
	CONCLUSION GÉNÉRALE	44
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE	45

♣ RÉSUMÉ ♣

Ce mémoire est le point de départ d'une longue série de travaux qui visent à optimiser le programme de réassurance d'Activa Vie. Nous analysons le risque décès réassuré par un traité en excédent de sinistre à deux tranches et nous proposons un ensemble de traités optimaux. Cette optimisation est faite suivant le critère moyenne/variance qui consiste à maximiser le résultat net de réassurance sous la contrainte d'un niveau de variance donné. Pour différentes formes de réassurance, nous déterminons les paramètres optimaux. Plus explicitement, l'algorithme de Finetti et Walhin (2006) permet d'obtenir le taux de cession optimal en quote part. Différentes simulations de portée et priorité font ressortir de traités qui maximise le résultat net de la cédante en réduisant la volatilité de la distribution des sinistres à sa charge. Puis nous comparons ces traités optimaux au traité en place chez Activa Vie.

Mots clés : réassurance, résultat net , optimisation, priorité, portée.

♣ ABSTRACT ♣

This report is the starting point of a long series of studies aimed at optimizing the reinsurance program of Activa Vie. We analyze the risk of death reinsured by a two-slices excess of loss treaty, and we propose a set of optimal treaties. This optimization is made according to the average/variance criterion which consists in maximizing the net reinsurance result under the constraint of a given level of variance. For different forms of reinsurance, we determine the optimal parameters. More explicitly, the De Finetti algorithm [4] allows to obtain the optimal rate of transfer in quota share. Different limit and retention simulations show treaties that stabilize the cedant's net income by reducing the volatility of the distribution of claims payable. Then we compare these optimal treaties to the treaty implement by Activa Vie.

Keyword : reinsurance, net reinsurance result, optimization, retention, limit.

♣ LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES
ACRONYMES ♣

AAD	: <i>Annuel Aggregate Deductible</i>
AAL	: <i>Annuel Aggregate Limit</i>
CIMA	: Conférence Interafricaine des Marchés d'Assurances
STD	: <i>Standard Deviation</i>
VaR	: <i>Value at Risk</i>
TVaR	: <i>Tail Value at Risk</i>
MUNICH RE	: Réassureur allemand implanté à Munich
AFRICA RE	: Société Africaine de Réassurance
CICA RE	: Compagnie Commune de Réassurance des Etats Membres de la CIMA
SWISS RE	: Société d'assurance et de réassurance fondée à Zurich
CCR	: Caisse Centrale de Réassurance
SCR	: Société Centrale de Réassurance
ZEP RE	: Compagnie de réassurance siège à Nairobi, au Kenya
GEN RE	: <i>General Reinsurance</i> , compagnie de réassurance vie et non-vie
HANNOVER RE	: Compagnie de réassurance basée à Hannover en Allemagne
RGA	: <i>Reinsurance Group of America</i>
QP	: Quote Part
EDP	: Excédent De Plein
XS	: Excédent de Sinistre
SL	: Stop Loss
BC	: <i>Burning Cost</i>
RAROC	: <i>Risk Adjusted Return On Capital</i>
EIC	: <i>Economics Income Created</i>
CV	: Coefficient de variation

♣ Table des figures ♣

1.1	<i>Quote part 30%</i>	8
1.2	<i>EDP 5 pleins de 2 000 000</i>	9
1.3	<i>Combinaison des différentes méthodes de tarification d'un traité XS</i>	15
2.1	Composition du portefeuille de 2016 à 2020	22
2.2	âge des assurés en 2020	23
2.3	Contribution de chaque produit à la réalisation du chiffre d'affaires	23
2.4	Évolution de la charge sinistre totale par année	24
2.5	Déclarations et charge sinistre par ligne d'affaires en 2020	25
2.6	Déclarations et charge sinistre totale par ligne d'affaires de 2016 à 2020	25
2.7	Boxplot des âges de décès	26
2.8	Ratio de sinistralité brute moyen des cinq dernières années	27
2.9	Histogramme des sinistres cédés au réassureur sur les cinq dernières années	28
2.10	Ratios de sinistralité brutes et nets des années 2019 et 2020	29
3.1	Illustration des stratégies XS optimales	33
3.2	Optimisation du traite quote part : Approche résultat	36
3.3	Stratégies en excédent de sinistre à une tranche	38
3.4	Traités excédent de sinistre à deux tranches simulés	39
3.5	Stratégies de réassurance optimales	40
3.6	Comparaison des stratégies de réassurance : Résultat net et coefficient de variation	41
3.7	Comparaison des stratégies de réassurance : S/P net et coefficient de variation des sinistres conservés	42

♣ Liste des tableaux ♣

2.1	PROGRAMME DE RÉASSURANCE EN PLACE	28
2.2	COMPARAISON DU PLAN DE RÉASSURANCE DE 2020 À CELUI DE 2019	30
3.1	TRAITÉ OPTIMAL XS À UNE TRANCHES SÉLECTIONNÉ	39
3.2	TRAITÉ OPTIMAL XS À DEUX TRANCHES SÉLECTIONNÉ	40
3.3	TAUX DE CESSION EN QUOTE PART	47

♣ INTRODUCTION GÉNÉRALE ♣

Le défi majeur de toute compagnie d'assurance est de maximiser son rendement sur le moyen terme tout en réduisant la volatilité de ses résultats. La réassurance offre un moyen de trouver un compromis entre ces deux objectifs conflictuels. Pour réduire la volatilité de son résultat, l'assureur peut céder une portion du risque pris au réassureur. Ce faisant il renonce à une partie de son résultat. D'un autre côté, l'assureur dispose de fonds propres qu'il peut utiliser pour se couvrir contre les sinistres inattendus, ce qui lui garanti un meilleur résultat. Le choix du programme de réassurance adapté à la cédante doit donc tenir compte de la capacité propre de cette dernière. Optimiser la réassurance consiste donc à déterminer la forme de réassurance et les seuils de retentions qui permettent d'atteindre les objectifs fixés. L'objectif principal de ce travail est de proposer une stratégie d'optimisation d'un programme de réassurance vie en se focalisant sur le cas d'Activa Vie.

Dans la littérature, les auteurs décomposent le problème d'optimisation de la réassurance en deux parties : la forme de réassurance et le niveau de rétention de la cédante. Généralement, la forme de réassurance est fixée et il reste à déterminer les paramètres optimaux selon les critères définis. L'un des critères d'optimisation les plus utilisés est le critère moyenne/variance. Il consiste à maximiser le résultat net sous contrainte d'un niveau de variance du résultat donné (ou inversement). Ce critère est utilisé par Finetti et Walhin (2006) pour déterminer le taux de cession optimal en quote part. KRVAVYCH (2005) propose de minimiser la probabilité de ruine. Il montre l'existence d'une rétention optimale d'un traité excédent de sinistre. CAI et TAN (2007) en minimisant la *Value at Risk* (VaR) et la *Tail Value at Risk* (TVaR) montre l'existence d'une rétention optimale pour un traité *Stop Loss*.

Nous nous intéressons dans ce mémoire au risque décès d'Activa Vie réassuré par un traité en excédent de sinistre par tête à deux tranches. Les autres programmes de réassurance d'Activa Vie ne sont pas pris en compte dans notre analyse. L'optimisation se fera suivant le critère moyenne/variance. Pour différentes formes de réassurance, nous déterminons les paramètres optimaux. Plus explicitement, l'algorithme de Finetti et Walhin

(2006) est appliqué pour déterminer le taux de cession optimal en quote part. Différentes simulations de portée et priorité permettent de dégager un ensemble de traités qui stabilise le résultat net de la cédante en réduisant la volatilité de la distribution des sinistres à sa charge. Puis nous comparons ces traités optimaux au traité en place chez Activa Vie et nous sélectionnons celui qui permet d'obtenir le meilleur résultat.

La suite de ce mémoire est organisée en trois chapitres. Le premier chapitre introduit les concepts de base de la réassurance et présente les indicateurs de risque et de rentabilité qui seront utilisés dans la suite. Le deuxième chapitre est consacré à une brève présentation de la structure d'accueil et à une analyse descriptive détaillée du portefeuille à réassurer. Nous terminons ce chapitre par un diagnostic du programme de réassurance actuel d'Activa Vie. Le troisième chapitre présente les méthodes d'optimisation utilisées et une application sur le portefeuille d'intérêt suivi de l'analyse et de l'interprétation des résultats.

GÉNÉRALITÉS ET CONTEXTE

Dans ce chapitre nous montrons l'intérêt de la réassurance. Ensuite, nous passons en revue l'évolution de la réassurance en Afrique et les différentes cessions légales. Nous terminons par les pratiques usuelles de réassurance.

1.1 Généralités sur la réassurance

1.1.1 Définition et objet de la réassurance

La réassurance peut se définir comme une opération par laquelle une société d'assurance, dite « cédante », transfère une partie de son portefeuille de risques à une autre personne morale dénommée société de réassurance ou réassureur ou encore « cessionnaire », moyennant le paiement à cette dernière, d'une partie des primes qu'elle a reçues de ses assurés. La réassurance répond ainsi au besoin qu'a l'assureur de se couvrir contre la volatilité du risque qu'il supporte et lui assure la pérennité de son activité. En effet, l'exploitation pérenne des sociétés d'assurance exige que la charge totale de sinistre soit à tout moment inférieure à la masse de prime reçue. La réassurance protège le bilan de l'assureur contre un risque extrême tel que le décès d'un mandataire social, le cumul de sinistres élevé (dérives de mortalité ou événements catastrophiques). Elle rend homogène les sinistres conservés par l'assureur et contribue à stabiliser son résultat. La réassurance augmente également la capacité de souscription de l'assureur en lui permettant de souscrire des risques supérieurs à sa capacité propre tout en bénéficiant de l'expertise technique du réassureur. La réassurance est de ce fait une bonne alternative au capital.

1.1.2 Cadre réglementaire de la réassurance en Afrique

Le marché de la réassurance en Afrique est très diversifié. Selon un classement *Atlas Magazine* [12] suivant le chiffre d'affaires 2019, 48 réassureurs sont présent en Afrique. Le marché est essentiellement dominé par les sociétés MUNICH RE, AFRICA RE, SWISS

RE, CCR et GEN RE respectivement. Ces cinq sociétés souscrivent près de **60%** des primes comptabilisées par les 48 réassureurs présents en Afrique. De plus parmi les dix meilleurs réassureurs africains, les quatre réassureurs AFRICA RE, CCR, SCR et ZEP RE ont un actionnariat tout ou en partie public ou parapublic, alors que les six autres sont des filiales des grands groupes internationaux. Il s'agit de MUNICH RE, SWISS RE, GEN RE, HANNOVER RE, HANNOVER RE life et RGA. De nombreux réassureurs régionaux comme AFRICA RE, CICA RE et SEN-RE et ZEP RE sont en partie détenus par un ensemble d'Etats africains.

L'une des difficultés de développement de la réassurance sur le continent serait la pénurie de personnes qualifiées en matière de souscription et de gestion des risques. Les réassureurs africains se retrouvent en compétition avec les majors de la réassurance mondiale qui ont leurs filiales et bureaux implantés en Afrique et qui développent également des affaires à partir de leurs sièges sociaux.

1.1.3 Cessions légales

Dans le but de favoriser l'émergence des compagnies de réassurance locale, la législation a mis en place des mécanismes de cessions légales aux réassureurs nationaux et communautaires. On distingue la cession légale au premier franc, la cession légale sur traité et la cession légale sur facultative.

- **Cession légale au premier franc** : Pour tout risque souscrit par une compagnie d'assurance d'un Etat qui pratique la cession légale au premier franc, un pourcentage de prime défini à l'avance doit être transmis au réassureur national et/ou au réassureur communautaire.
- **Cession légale sur traité** : Le réassureur communautaire participe à tous les traités de réassurance de la zone à hauteur d'un pourcentage défini à l'avance.
- **Cession légale sur facultative** : Pour toutes affaires que la cédante place en réassurance facultative, le réassureur communautaire participe à hauteur d'une certaine quotité définie à l'avance.

La CICA RE bénéficie de ces trois formes de cession légale. Le dispositif de cession a été modifié avec prise d'effet le 01 Janvier 2021. On passe d'une cession légale au premier franc de 5% à 2,25% sur toutes les branches à l'exception des branches maladie en assurance non-vie et de l'épargne en assurance vie. La cession sur traité quant à elle passe de 15% à 10%. Enfin la cession légale sur facultative de 10% est appliquée sur toutes les affaires

facultatives à l'exception des branches énergie et aviation (voir séminaire vie de la CICA RE (2021)).

1.2 Les pratiques usuelles en réassurance

Suivant les distinctions juridiques et techniques, la réassurance peut être classée en fonction du mode de cession et du type de contrat (voir cours Saliou Bakayoko 2021).

1.2.1 Mode de cession de risque en réassurance

Le mode de réassurance fait ici référence à la forme des engagements juridiques entre l'assureur et le réassureur. Les deux parties décident d'un commun accord, si la cession portera sur tout le portefeuille ou se fera risque par risque. On distingue ainsi les modes obligatoire, facultatif et facultatif-obligatoire.

1.2.1.1 Cession obligatoire

Elle est matérialisée par un accord entre la cédante et le cessionnaire appelé traité de réassurance. Les deux parties s'accordent sur les caractéristiques des risques concernés, les conditions de cession par la cédante et d'acceptation par le cessionnaire, la prime de réassurance et toutes autres modalités nécessaires. Dans ces conditions, l'assureur s'engage à placer tous les risques concernés au réassureur et celui-ci s'engage à les accepter. La cession est donc obligatoire ainsi que l'acceptation.

1.2.1.2 Cession facultative-obligatoire (FACOB)

La FACOB est un mode de réassurance qui offre la possibilité à l'assureur de choisir les risques qu'il souhaite placer en réassurance. Le réassureur quant à lui a l'obligation de les accepter dans les limites conclues par les deux parties. Elle est donc facultative pour la cédante et obligatoire pour le cessionnaire. Les cessions se font risque par risque et les conditions de cession sont également négociées risque par risque. Elle offre la possibilité à la cédante de se protéger si elle le souhaite mais pose le problème d'anti-sélection pour le réassureur car l'assureur cèdera régulièrement les mauvais risques.

1.2.1.3 Cession facultative

Dans cette forme de réassurance, l'assureur et le réassureur ne sont pas liés par une quelconque obligation. L'assureur est libre de céder le risque et le réassureur est également libre d'accepter ou pas. Elle est facultative aussi bien pour la cédante que pour le cessionnaire. Les cessions se font risque par risque et les conditions de cession sont également négociées risque par risque. Ainsi, suivant sa capacité de souscription, l'assureur peut décider de transférer une partie d'un risque précis à un réassureur. Pour ce faire, il devra trouver un réassureur qui est disposé à partager ce risque précis avec lui. Cette forme de réassurance présente cependant quelques inconvénients pour l'assureur, notamment la lourdeur de gestion. Il est également possible pour l'assureur qui a souscrit une affaire dépassant sa capacité de souscription, de se retrouver à découvert s'il ne trouve pas un réassureur disposé à le soutenir. Pour éviter de tel désagrément, l'assureur doit s'assurer du concours d'un réassureur pour chaque affaire qu'il veut céder avant de souscrire.

1.2.2 Types de cession en réassurance

Après avoir défini la forme de réassurance (obligatoire, facultative, FACOB), l'assureur et le réassureur doivent décider du mécanisme ou des techniques de partage des primes et des sinistres qui font l'objet de la réassurance. Il existe deux techniques selon que le partage se fait sur une base proportionnelle ou non.

Notation 1.2.1. *On considère dans ce qui suit un traité portant sur n polices et on note :*

- X_i le capital garanti pour la $i^{\text{ème}}$ police et P_i la prime correspondante
- P_i^{re} la prime de réassurance de la police i et P^{re} la prime totale de réassurance.

1.2.2.1 Réassurance proportionnelle ou des capitaux

La cession ici porte sur les capitaux des risques assurés et tous les modes de réassurance s'y appliquent. Ces capitaux sont répartis en couverture entre l'assureur et le réassureur. Chacun reçoit pour une proportion de capitaux couverts, la même proportion de prime (prime pure ou prime commerciale) et en cas de réalisation du risque, prend en charge la même proportion de sinistre. En général, en réassurance proportionnelle, l'assureur reçoit une commission pour alléger ses charges de gestion et d'acquisition. Cette commission peut être fixe, mais elle peut aussi être fonction du ratio de sinistralité. On parle alors de commissions variables. Cette clause a le double avantage de protéger le réassureur contre

de mauvais résultat et d'inciter l'assureur à contrôler son ratio de sinistralité pour avoir des commissions plus importantes. Il peut également être convenu entre les deux parties une clause de participation au bénéfice. Ce qui permet à l'assureur de récupérer une partie des bénéfices dégagés dans les comptes des pertes et profits du traité. Malgré la simplicité de sa mise en place, elle présente cependant de nombreux inconvénients. En effet, pour obtenir une bonne couverture, l'assureur doit céder un grand volume de prime, réduisant ainsi son bénéfice. Le réassureur quant à lui doit suivre la politique de tarification de la cédante. Avec pour conséquence qu'une tarification mal faite le mettra en difficulté pour le règlement des sinistres.

On distingue principalement deux types de réassurance proportionnelle : la quote part et l'excédent de plein.

quote part (QP) : Dans ce traité, l'assureur cède au réassureur un pourcentage fixe de toutes les souscriptions ou des branches définies de son portefeuille. En échange, le réassureur s'engage à payer la même fraction de sinistres en cas de réalisation du risque. Il y a donc partage de sort entre la cédante et le cessionnaire.

A titre d'exemple, considérons un contrat temporaire décès décès sur la tête d'un Assuré âgé de 45 ans, pour une durée de 10 ans et un capital = 10 000 000. La prime annuelle est de 90 000. Ce contrat est réassuré par une quote part de 30 % à la prime commerciale. La prime annuelle de réassurance sera donc $90\,000 \times 30\% = 27\,000$ et la prime annuelle conservée par la cédante sera $90\,000 \times 70\% = 63\,000$. Dans l'hypothèse du décès de l'assuré en cours de contrat, l'assureur prendra en charge le montant de $10\,000\,000 \times 70\% = 7\,000\,000$ et le réassureur prendra en charge $10\,000\,000 \times 30\% = 3\,000\,000$.

Formellement, une quote part de taux de cession α portant sur n risques a pour prime de réassurance

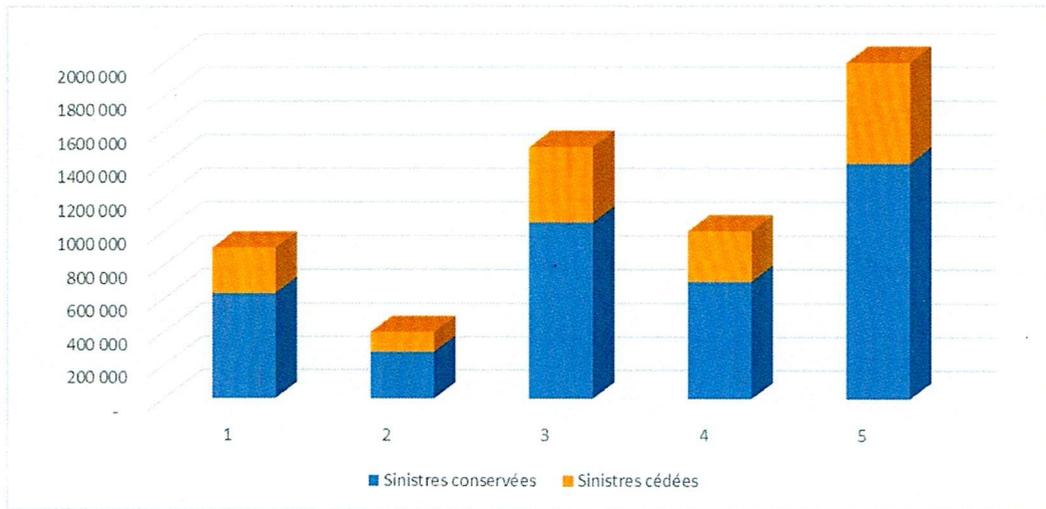
$$P^{rea} = \alpha \sum_{i=1}^n P_i$$

Si une police j du traité est sinistrée de montant X_j , la part du réassureur sera :

$$X_j^{rea} = \alpha X_j \text{ et } X^{rea} = \sum_j X_j^{rea}$$

Où X^{rea} désigne le montant total des sinistres du traité à la charge du réassureur. Le graphique 1.1 présente une illustration pour $\alpha = 30\%$.

GRAPHIQUE 1.1 – *Quote part 30%*



Ce type de traité est généralement utilisé lorsque l'assureur commence une nouvelle branche et ne maîtrise pas la sinistralité, ou ne dispose pas d'historique de données suffisantes pour avoir un tarif adéquat. Le principal intérêt du traité est de limiter les engagements de l'assureur. Il ne permet cependant pas de rendre homogène les sinistres conservés. Il a l'inconvénient de céder un grand volume de primes.

excédent de plein (EDP) : L'assureur définit le montant maximal de capitaux qu'il peut couvrir (encore appelé *plein de conservation*). Pour tout risque dont le capital garanti dépasse le plein de conservation, l'assureur conserve son plein de conservation et il cède au réassureur la partie qui dépasse ce plein jusqu'à un montant maximum (dit *plein de souscription*). Le plein de souscription est égal à un multiple entier du plein de conservation. Contrairement à la quote part, le taux de cession en excédent de plein est calculé risque par risque en fonction de la rétention et du capital garanti.

A titre d'exemple considérons le contrat temporaire décès précédent. Il est réassuré cette fois par un excédent de plein. Le plein de conservation de l'assureur est de 2 000 000 et cet EDP a une capacité de 5 pleins. Le plein de souscription est donc de 12 000 000. Le taux de cession est de $1 - \frac{2000000}{10000000} = 0,8$. Ce qui nous permet de déduire la prime cédée qui est $90000 \times 0,8 = 72000$ et la prime conservée $90000 - 72000 = 18000$. Si l'assuré décède en cours de contrat, l'assureur paiera sa rétention 2000000 et le réassureur

prendra en charge le montant de $10000000 \times 0,8 = 8000000$.

Formellement, le taux de cession pour une police i est donné par :

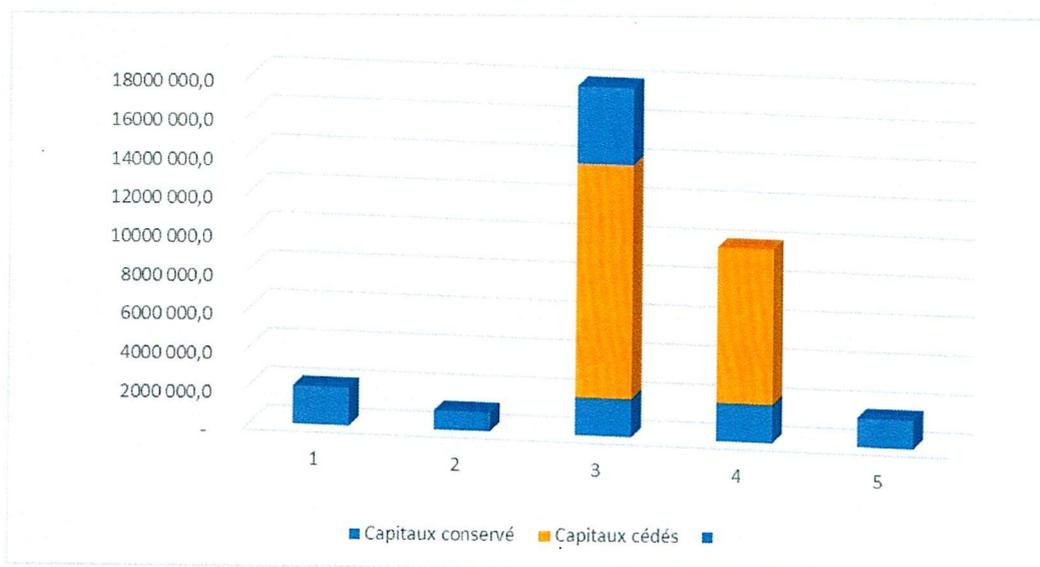
$$\beta_i = \min \left(\frac{L}{C_i}; \max \left(1 - \frac{R}{C_i}; 0 \right) \right)$$

Avec,

- R : Le plein de conservation
- L : Le plein de souscription
- C_i : Le capital couvert

Le réassureur prendra en charge le montant $X_i^{rea} = \beta_i X_i$. Le graphe 1.2 est une illustration d'un EDP de retention 20000000 avec 5 pleins. Le plein de souscription est dans ce cas égal à 12000000 .

GRAPHIQUE 1.2 – *EDP 5 pleins de 2 000 000*



Ce type de traité à l'avantage de permettre à l'assureur de céder en réassurance uniquement les contrats dont la capacité dépasse son plein de conservation. Il est donc nécessaire pour sa mise en place de bien connaître ses capacités financières et le profil de son portefeuille. Il a également l'avantage de rendre homogène le profil de risque conservé par l'assureur et de céder moins de primes par rapport au traité quote part. La lourdeur dans les opérations de gestion le rend moins fréquent sur le marché.

1.2.2.2 Réassurance non-proportionnelle

En non-proportionnelle, la cession est basée sur les sinistres. On parle alors de réassurance des sinistres. Ici, il n'existe pas de lien direct entre les primes cédées et les sinistres à la charge du réassureur. En effet, le réassureur détermine lui-même le prix de son offre à l'assureur sans lien direct avec la tarification de ce dernier. En cas de réalisation du risque, le réassureur intervient à partir d'un certain seuil appelé *priorité* et son engagement est limité à un montant appelé **portée**. Pour cette forme de réassurance, il n'existe en générale pas de commissions de réassurance et de clause de participation au bénéfice. On distingue deux types de réassurance non-proportionnelle : l'excédent de sinistre et le stop loss.

Excédent de sinistre (XS) : En fonction de sa capacité financière, l'assureur fixe le montant maximal (dit *priorité* ou *franchise*) qu'il peut conserver sur chaque sinistre et le réassureur prend en charge l'excédent dans la limite d'un montant dit *portée*. La somme de la portée et la priorité est appelé *plafond du traité*. L'assureur supporte les sinistres qui dépassent le plafond. Pour bénéficier d'une couverture optimale, il est usuel d'avoir un traité XS en deux tranches. Le plafond de la première tranche constitue la priorité pour la deuxième tranche. En matière de traité XS, plusieurs distinctions peuvent être faites :

- **XS sur souscriptions :** lorsqu'aucun autre traité n'est appliqué sur cette branche avant celui ci.
- **XS sur rétention :** lorsqu'un autre traité protège déjà la branche et le traité XS s'applique uniquement à la rétention de l'assureur.
- **XS par risque :** Ici, le traité s'applique sur chaque risque ou police de la branche concernée. Formellement, pour une police i du traité, le réassureur supportera le montant :

$$X_i^{rea} = \min(L, \max(X_i - R; 0))$$

La part de l'assureur sera :

$$X_i^{ass} = X_i - X_i^{rea}$$

où L et R désignent respectivement la portée (*limit*) et la priorité (*retention*)

- **XS par événement :** S'applique lorsque survient un événement, dont la durée maximale est en général 72 heures.

Cette forme de réassurance ne paye en générale pas de commissions et ne contient pas

de clause de participation au bénéfice.

stop loss (SL) : La particularité de cette forme de réassurance réside dans le fait que la priorité et la portée sont indiquées en fonction du taux de sinistralité. Le traité a vocation de couvrir les pertes annuelles observées sur une branche donnée. Il est utilisé pour couvrir les risques cycliques qui sont des risques pour lesquels le montant du sinistre lui-même n'est pas la plus grande crainte de l'assureur, mais plutôt la fréquence des sinistres sur une période donnée. A titre d'exemple, considérons un stop loss 80% SL 120%. Si le ratio de sinistralité annuel dépasse 80%, le traité supportera l'excédent dans la limite d'un maximum de couverture de 120%.

1.2.3 Principales clauses d'un plan de réassurance

Les traités de réassurance sont généralement accompagnés de plusieurs clauses dont le but est de réduire la prime de réassurance ou de limiter les engagements de la cédante. Au nombre de ces clauses on distingue :

- **Cut through clause :** Cette clause autorise l'assuré à demander l'indemnisation du sinistre directement au réassureur en cas de défaillance ou d'insolvabilité de la cédante.
- **La clause d'appel au comptant :** Elle donne le droit à l'assureur de demander la contribution du réassureur sur un sinistre important sans pour autant attendre l'établissement des comptes de cession. Elle permet ainsi à l'assureur de régler les sinistres importants sans mettre en mal sa trésorerie.
- **La clause de participation bénéficiaire :** Elle indique la part du bénéfice du réassureur qui sera reversée à la cédante. Cette clause s'applique uniquement aux traités proportionnels.
- **La clause de reconstitution :** Lorsqu'un sinistre traverse complètement le plafond du traité, la cédante ne sera plus couverte sur l'excédent. La clause de reconstitution vient y remédier en reconstituant automatiquement la garantie du traité un certain nombre de fois, et cela gratuitement ou en l'échange d'une prime supplémentaire dite *prime de reconstitution*. Plus explicitement, pour n reconstitutions, le réassureur pourra supporter $(n + 1)$ fois la portée. Le nombre de reconstitutions peut être illimité.
- **La clause de limite annuelle ou Annual Aggregate Limit (AAL) :** Cette

clause fixe une limite annuelle à la charge du réassureur. En effet, si S désigne la charge annuelle du traité alors la charge annuelle du réassureur après prise en compte de l'AAL sera :

$$\min(AAL, S).$$

- **La clause de franchise annuelle ou *Annual Aggregate Deductible (AAD)* :** Il s'agit d'une franchise dans la portée du traité XS. Elle fixe le montant de perte du traité à partir duquel le réassureur interviendra. La charge du réassureur après prise en compte de l'ADD sera :

$$(S - AAD)_+ = \max(S - AAD, 0)$$

où S désigne la charge annuelle du traité.

- **La clause « *no claim bonus* » :** Elle vient palier à l'absence de clause pour participation au bénéfice dans les traités non proportionnels. Suivant cette clause, un pourcentage de prime de réassurance doit être restitué à la cédante au renouvellement si aucun sinistre n'a été à la charge du traité pendant l'année d'assurance.

1.3 Tarification des traités de réassurance vie

Pour une meilleure analyse du programme de réassurance de la cédante, une bonne connaissance des méthodes de tarification est nécessaire. Les méthodes présentées ici ne sont pas exhaustives mais sont les plus usuelles. Il est question de trouver la prime de risque nécessaire pour couvrir les sinistres à venir en charge du réassureur. Il serait une erreur de considérer uniquement la moyenne comme indicateur car ce sera négliger la volatilité autour de la moyenne. En pratique, les méthodes de tarification des traités de réassurance diffèrent selon qu'il s'agisse des traités proportionnels ou non proportionnels.

1.3.1 Tarification traités proportionnels

La cotation en réassurance proportionnelle (quote part, excédent de plein) est relativement simple. La prime de réassurance est une proportion (taux de cession) de la prime d'assurance. Formellement, Si P et P^{rea} désignent respectivement la prime payée par le souscripteur et la prime cédée au réassureur, la prime de cession est alors :

— QP de taux de cession α : $P^{rea} = \alpha P$

— EDP appliqué à une police i de taux de cession β_i (voir la section 1.2.2.1) :

$$P_i^{rea} = \beta_i P_i.$$

Rappelons qu'en réassurance QP, le taux de cession est le même pour tous les risques. Pourtant ce taux varie d'un risque à l'autre pour les traités EDP.

1.3.2 Tarification des traités non proportionnels

On distingue trois méthodes de tarification : La tarification par expérience, la méthode probabiliste et la tarification par exposition.

Tarification par expérience : Encore appelée méthode du *Burning Cost*, elle consiste à utiliser la sinistralité (statistiques de primes et de sinistres) observée dans le passé sur plusieurs années (de 5 à 10 ans) comme reflet du portefeuille à réassurer. Concrètement, il s'agit de calculer le rapport entre le total des sinistres à la charge du réassureur et le total des primes directes perçues par l'assureur. Les étapes de sa mise en œuvre sont les suivantes :

Etape 1 : La constitution de l'historique des sinistres bruts et des primes d'assurance sur une période de 5 à 10 ans au moins par la cédante.

Etape 2 : L'élaboration d'une statistique « *as if* » en calculant les valeurs des données de l'étape 1 vues en année de cotation (actualisation des données en tenant compte des facteurs socio-économiques et des clauses particulières).

Etape 3 : Calcul des montants annuels à la charge du traité au regard des caractéristiques du traité.

Etape 4 : Calcul du taux de prime pure.

Etape 5 : Calcul du taux de prime commerciale.

Formellement pour un traité avec n années d'observation, le *Burning Cost* est égal à :

$$BC = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{\sum_{j=1}^n P_j}; \text{ ou bien } BC = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n BC_j$$

où C_j désigne le montant total des sinistres à la charge du traité à tarifier l'année j , P_j le total des primes perçues par l'assureur l'année j et $BC_j = C_j/P_j$. La prime pure de cession est donc donnée par :

Prime pure de cession = $BC \cdot$ (assiette de prime de l'année à coter)

Méthode probabiliste : Elle consiste à modéliser le montant total de sinistres en charge du traité suivant un modèle fréquence-coût, calibré en fonction des données disponibles. Après avoir ajusté les lois de la fréquence des sinistres (N) et du coût de sinistre (C) par des lois de probabilité bien connues et dont on peut aisément calculer l'espérance mathématique, on déduit la prime de cession comme étant l'espérance mathématique du montant total des sinistres à la charge du traité. Formellement, la prime de cession est égale à :

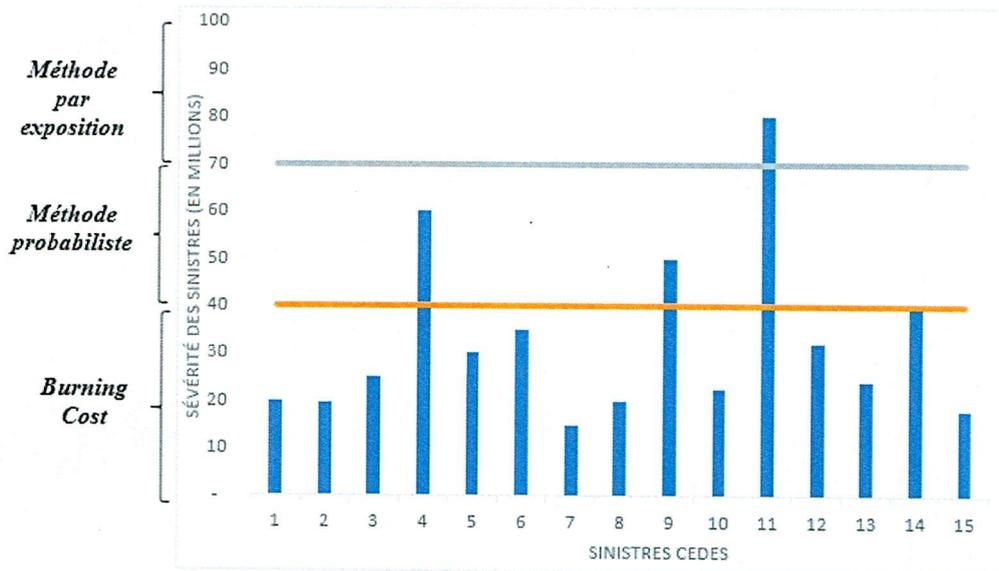
$$\text{Prime de Cession} = E(S) = E(N)E(C)$$

où S est la variable aléatoire désignant le montant total des sinistres à charge du traité dans l'année.

Tarification par exposition : Contrairement à la méthode du *Burning Cost*, la tarification par exposition se base sur le profil du portefeuille de la cédante. Plus explicitement, le portefeuille de risque de la cédante est comparé aux portefeuilles du marché ayant des caractéristiques similaires. C'est donc l'expérience du marché qui permet de mesurer le risque. Cette méthode est en général utilisée lorsqu'on ne dispose pas d'historique suffisante. Pour être plus explicite, le réassureur choisit sur le marché une courbe d'exposition adaptée aux capitaux assurés par la cédante. Cette courbe donne pour chaque pourcentage de somme assurée l'exposition mesurée par le ratio de sinistralité.

En pratique, on est souvent appelé au besoin à utiliser une combinaison des différentes méthodes de tarification. A titre d'exemple, la méthode du *Burning Cost* peut être utilisée sur la tranche couverte pour laquelle on a observé suffisamment de sinistre, la méthode probabiliste sur les extrêmes, et tarification par exposition sur la tranche couverte pour laquelle on n'a très peu observé des sinistres. Le graphique 1.3 en est une illustration.

GRAPHIQUE 1.3 – Combinaison des différentes méthodes de tarification d'un traité XS



1.4 Choix des indicateurs de rentabilité

Le choix des critères d'optimisation se fait en accord avec la cédante qui présente une attitude risquophobe. Elle souhaite réduire la volatilité de ses résultats tout en conservant un minimum de résultat. Les indicateurs choisis ci-dessous viennent essentiellement des travaux de Veprauskaite et *al.*(2012).

La Value at Risk (VaR) : La Value at Risk d'ordre $1 - \alpha$ d'une variable aléatoire X notée $VaR_\alpha(X)$ correspond au quantile d'ordre α de la variable aléatoire X . Plus explicitement, la $VaR_\alpha(X)$ est évaluée par :

$$F(VaR_\alpha(X)) = P(X < VaR_\alpha(X)) = 1 - \alpha.$$

F est la fonction de répartition de la variable aléatoire X et P sa distribution de probabilité. Concrètement, si X désigne le coût des sinistres, la $VaR_\alpha(X)$ correspond au montant de perte maximal avec la probabilité α .

Le Risk Adjusted Return On Capital (RAROC) : Encore appelé *Return On Equity (ROE)*, il permet d'évaluer le rendement en fonction des risques pris. Il se calcule

comme suit :

$$RAROC = r_A = \frac{\text{Résultat}}{\text{Capital à risque.}}$$

Le résultat brut et net de réassurance est évalué par :

$$Res_{brut} = P - S, \text{ et } Res_{net} = P - S - P^{rea} + S_{cede}.$$

Si le traité inclut une clause de participation au bénéfice et paye des commissions de réassurance alors le résultat net de réassurance sera :

$$Res_{net} = P - P^{rea} - S + S_{cede} + C^{rea} + PB.$$

Avec S et P qui désignent respectivement les sinistres et primes, C^{rea} et PB les commissions de réassurance et la participation au bénéfice respectivement. En accord avec la cédante, le capital alloué pour couvrir la sinistralité inattendue sera le capital entièrement libéré. Rappelons que sous solvabilité 2 le capital économique (*Economic Capital*) abrégé EC est évalué par :

$$EC = VaR_{99,5\%}(S_{Conserve}) - E(S_{Conserve}).$$

Dans la suite, les différents traités de réassurance seront comparés suivant le critère RAROC.

Economic Income Created (EIC) : C'est un indicateur de création de valeur qui indique le montant de rendement généré. Il est donné par :

$$EIC = (r_A - r_H)(\text{capital à risque}).$$

Ici, r_H désigne le rendement minimal attendu par l'entreprise. Pour le cas de la compagnie Activa, il est de 10%.

Le ratio de sinistralité (S/P) : Il est évalué comme le ratio des sinistres observés sur les primes acquises net de chargement. Un ratio de sinistralité supérieur à 100% permettra de constater une perte pour la compagnie. Dans la suite, nous l'évaluerons avant et après avoir appliqué le traité de réassurance. Cela nous permettra de mesurer l'impact

de la réassurance sur la sinistralité.

Exposition au risque : Le risque retenu par l'assureur peut être mesuré par la variance des sinistres net de réassurance. Cette variance des sinistres retenus peut imposer des coûts supplémentaires à l'assureur, car une grande variabilité des sinistres augmente l'incertitude et par conséquent augmente l'exigence en capital. La couverture optimale devra donc minimiser la volatilité des sinistres conservés par la cédante.

En pratique, l'espérance des sinistres conservés par la cédante peut varier d'une forme de réassurance à l'autre. La variance des sinistres net de réassurance ne saurait donc être un bon indicateur pour comparer les différents traités de réassurance. C'est la raison pour laquelle nous mesurons l'exposition au risque par le coefficient de variation des sinistres net de réassurance. On l'obtient en faisant le ratio de l'écart-type par la moyenne.

$$\text{Exposition} = \text{CV} = \frac{\text{STD}(S - S^{\text{cede}})}{\mathbb{E}(S - S^{\text{cede}})}$$

ANALYSE DESCRIPTIVE DU PORTEFEUILLE

Pour optimiser le programme réassurance, il est indispensable de réaliser une étude détaillée du portefeuille des souscriptions ainsi que la sinistralité observée. Cela nous permettra d'avoir une meilleure connaissance des risques à réassurer. Après avoir présenté la structure d'accueil, le périmètre d'étude et les grandes lignes du traitement des données, nous analyserons le portefeuille des souscriptions par ligne d'affaire. Une étude similaire sera sur la sinistralité observée.

2.1 Société d'assurance Activa Vie

2.1.1 Présentation de la structure

ACTIVA VIE, société anonyme régie par le code des assurances des pays membres de la Conférence Interafricaine des Marchés d'Assurances (CIMA), est créée et agréée en 2001 pour la pratique des opérations d'assurance vie. Son capital social est porté à 3 000 000 000 (trois milliards) et son siège social est situé à Rue Prince de Galles à DOUALA au CAMEROUN. ACTIVA VIE société du Groupe ACTIVA est membre du réseau GLOBUS, lequel est un réseau panafricain multilingue offrant une solution d'assurance globalisée sur tout le continent africain. GLOBUS fédère plus de quarante (40) compagnies d'assurance et couvre les zones francophones, anglophones, lusophones et arabophones d'Afrique. Etant devenue l'un des principaux acteurs du marché camerounais de l'assurance vie, ACTIVA VIE offre à sa clientèle une gamme de services étendue et est spécialisée dans la création et la gestion de contrats d'assurance vie et de prévoyance. Son portefeuille est composé de Particuliers, Entreprises, Sociétés d'Etat et Associations, et repartit entre les assurances décès-invalidité et les produits d'épargne et de capitalisation, les souscriptions étant de type individuelles et collectives. La représentativité diversifiée de ACTIVA VIE sur le territoire national et international permet la simplification des procédures et l'efficacité dans la gestion. Elle se traduit par un service de proximité performant pour la satisfaction de sa clientèle et la confiance des plus grands courtiers (internationaux et nationaux) à travers

son réseau direct et ses courtiers d'une part, et d'autre part, sur le plan continental, le réseau GLOBUS et la confiance des plus grands réassureurs.

Ses principaux réassureurs d'ACTIVA VIE attestent de sa solidité financière :

- GLOBUS Re : captive de réassurance du réseau GLOBUS, avec SCOR Global Life comme apériteur et assistant technique,
- CICA RE : 1er réassureur de la zone CIMA,
- AFRICA RE : 1er réassureur africain.

En tant que filiale du groupe ACTIVA, ACTIVA VIE a noué le partenariat avec des Investisseurs de renommée internationale :

- PROPARCO : Organisme de l'Agence Française de Développement,
- SFI (Société Financière Internationale) : Filiale de la Banque Mondiale chargée des investissements dans le secteur privé

2.1.2 Caractéristiques des produits proposés

Notre attention s'est portée principalement sur les produits contenant au moins l'une des garanties décès(décès toutes causes, décès accidentel, invalidité absolue et définitive, et décès doublement accidentel). Parmi ces produits nous avons : *la prévoyance des comptes bancaires, l'assurance emprunteur, l'assurance temporaire décès la prévoyance santé, la prévoyance retraite, la rente éducation et le décès groupe.*

assurance titulaire de compte : Elle permet la couverture des comptes débiteurs au moment du décès. Ainsi en contrepartie d'une prime généralement annuelle, l'assureur verse un montant qui dépend du solde du compte au moment du décès. Ce montant varie généralement entre un minimum et un maximum définis à l'avance. Chez Activa certaines assurances des comptes bancaires offrent un double capital, notamment pour le décès toutes causes et le décès accidentel.

assurance emprunteur : c'est une assurance exigée par les banques en couverture du crédit octroyé. Elle est souscrite sur la durée du crédit et offre une protection en cas de décès. En effet, si l'assuré décède avant la fin du remboursement de son crédit, l'assureur rembourse le capital restant dû.

prévoyance santé : elle permet de mettre l'assuré à l'abri des aléas des charges de santé. En effet, elle lui offre en contrepartie d'une modeste prime généralement annuelle, une prise en charge des frais de santé allant de 80% à 100%. En cas de décès, un capital est également versé aux ayant droits pour les obsèques de l'assuré. Pour cette garantie, seul le capital décès nous intéresse.

rente éducation : elle est souscrite au profit d'un enfant. Elle garantit au terme du contrat le paiement d'une rente certaine pendant 5 ans à l'enfant désigné. En cas de décès ou d'invalidité absolue et définitive de l'assuré en cours de contrat, une rente est également versée à l'enfant bénéficiaire jusqu'au terme du contrat. Notre attention se portera uniquement aux rentes payées pour causes de décès. Ces rentes nous permettront de définir le capital décès.

décès groupe : correspond à un contrat souscrit par une personne morale ou un chef d'entreprise en vue de l'adhésion d'un ensemble de personnes pour la couverture du risque décès. Il garantit le paiement d'un capital aux bénéficiaires en cas de décès de l'assuré.

Condoléances : c'est un produit de durée maximale un an, qui prend en charge les frais d'obsèques de l'assurée si le décès survient durant l'année.

Temporaire décès : l'assureur s'engage en contrepartie d'une prime reçue à payer au bénéficiaire un capital si l'assuré décède avant le terme du contrat.

2.2 Périmètre d'étude et traitement des données

Dans ce travail, nous nous intéressons à tous les assurés couverts pour au moins un jour entre le 01 Janvier 2016 et le 31 Décembre 2020. Nous disposons des données observées portant sur les souscriptions, les déclarations de sinistre ainsi que les primes décès sur la période considérée. Chez Activa comme dans la majorité des compagnies d'assurance vie, on retrouve des produits de capitalisation pure, des produits en cas de décès/vie et des produits mixtes qui incluent à la fois un volet capitalisation et une couverture décès.

L'aléa sur la prestation est constaté uniquement sur les produits incluant une couverture en cas de décès/vie. C'est la raison pour laquelle notre attention s'est portée uniquement sur les produits contenant la garantie décès.

Dans le processus d'optimisation du programme de réassurance, la qualité des données à utiliser est d'un enjeu capital. Une attention particulière a donc été portée au traitement des différentes bases de données à notre disposition. Pour ce qui est du portefeuille des souscriptions, la première étape a consisté à évaluer les capitaux garantis ainsi que les primes y afférentes. Il a été question pour chaque ligne d'affaires, police par police et par année de souscription, de déduire le capital décès garanti (décès toutes causes et décès accidentel) ainsi que la prime payée. A titre d'exemple pour le produit décès emprunteur, le capital restant dû a été évalué année après année ainsi que la prime payée qui est fonction de l'âge de l'assuré. De même le capital constitutif de rente à payer dans l'hypothèse du décès de l'assuré est évalué pour le produit rente éducation. Nous avons également évalué la prime payée en couverture du décès dans les contrats mixtes. Après cette étape, nous avons cumulé les primes et les capitaux garantis sur la tête d'un assuré ayant souscrit à plusieurs produits. Ce cumul de capitaux trouve son sens dans la mesure où le décès de l'assuré déclenchera le paiement de tous les capitaux garantis sur sa tête. Un traitement similaire a été effectué sur la base des déclarations de sinistre.

Notation 2.2.1. *Dans ce qui suit, on adopte les notations suivantes :*

- *DTC : Décès Titulaire des Comptes*
- *RE : Rente Éducation*
- *TD : Temporaire Décès*
- *DE : Décès Emprunteur*
- *CO : Condoléances*
- *PR : Prévoyance Retraite*
- *PI : Prévoyance Individuelle*
- *PS : Prévoyance Santé*
- *DG : Décès Groupe*

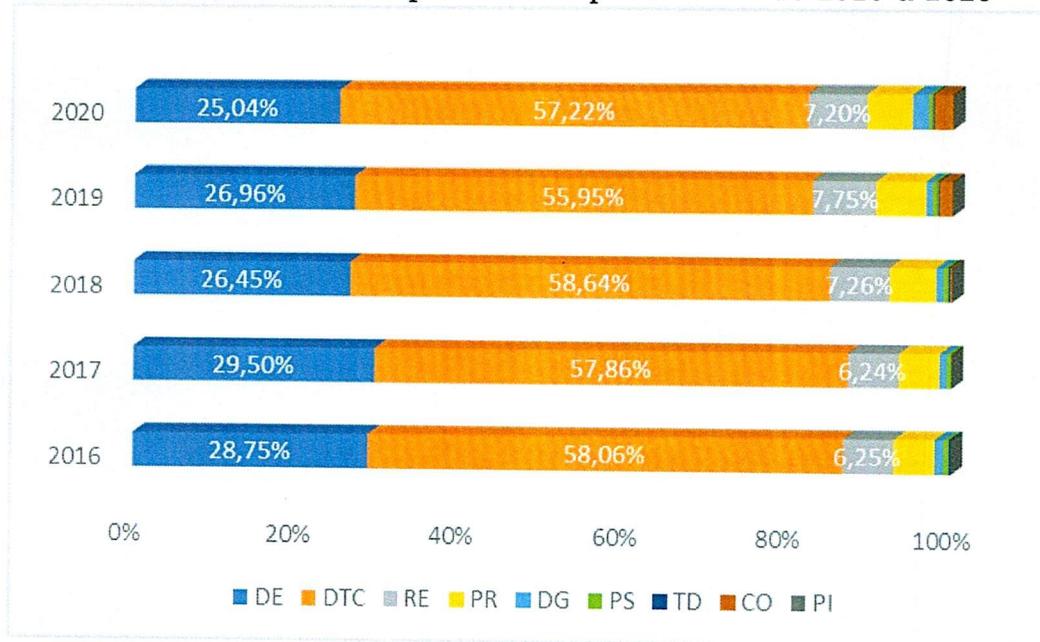
2.3 Analyse descriptive du portefeuille décès d'Activa

Le traitement des données terminé, nous procédons à l'analyse du portefeuille de la cédante, aussi bien sa production que les sinistres observés.

2.3.1 Analyse du portefeuille souscription

Après analyse, nous avons remarqué une légère évolution des souscriptions de la cédatante entre 2016 et 2020. Bien qu'on observe cette croissance de l'activité d'Activa Vie, le profil de portefeuille reste cependant constant comme l'illustre le graphique 2.1. Nous remarquons également que ce portefeuille est composé majoritairement des couvertures des comptes bancaires encore appelées décès titulaire des comptes (DTC), des assurances décès emprunteur (DE), des produits rente éducation (RE) et prévoyance retraite (PR). Ceci se justifie non seulement par le fait que ces couvertures en dehors de la rente éducation sont des produits groupe à adhésion obligatoire, mais également par le fait qu'en assurance vie la majorité des contrats s'étend sur plusieurs années.

GRAPHIQUE 2.1 – Composition du portefeuille de 2016 à 2020



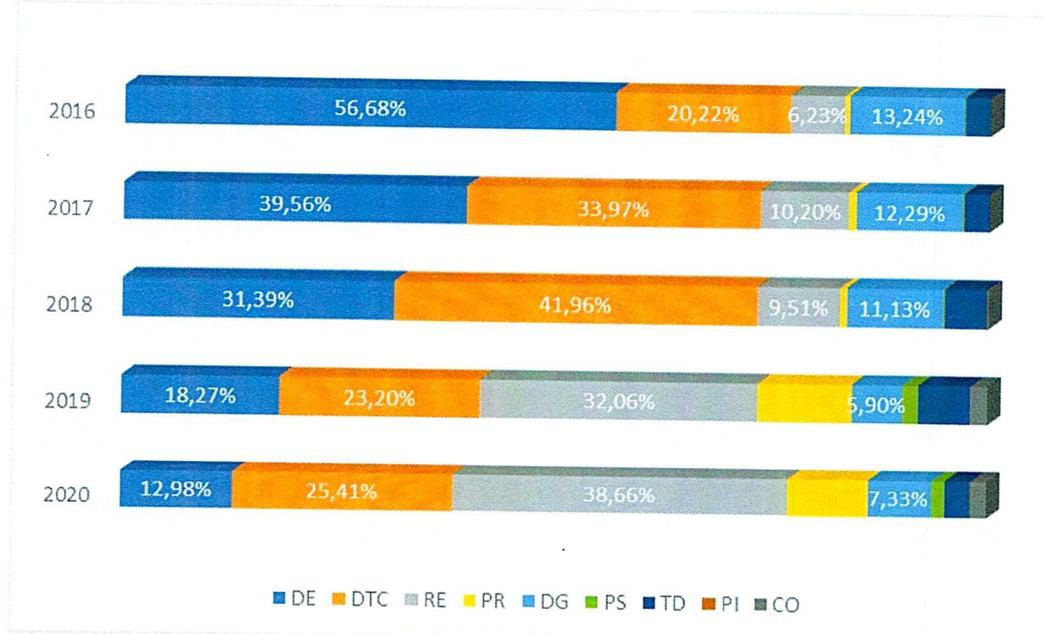
L'âge moyen des assurés en 2020 est de 45,54 ans. La distribution des âges en 2020 (voir le graphique 2.2) nous permet de constater que la majorité des assurés ont un âge compris entre 25 et 65 ans. Cette tranche correspond en général à l'âge des personnes exerçant une activité lucrative. La présence des assurés mineurs vient des couvertures dans lesquelles ils figurent comme assuré secondaires.

GRAPHIQUE 2.2 – âge des assurés en 2020



Dans les sociétés d'assurance vie, le chiffre d'affaire est la somme des primes émises pour des produits décès et des primes reçues en capitalisation. Puisque nous nous intéressons au risque décès du portefeuille, pour des produits mixtes, nous considérons uniquement la part de la prime qui vient en couverture du décès. Le graphique 2.3 présente la contribution de chaque produit à la réalisation du chiffre d'affaires.

GRAPHIQUE 2.3 – Contribution de chaque produit à la réalisation du chiffre d'affaires



Il en ressort que le chiffre d'affaires est essentiellement réalisé par les assurances rente éducation (RE), décès titulaire des comptes (DTC), prévoyance retraite (PR), décès groupe (DG), et décès emprunteur (DE). Une attention particulière sera portée à ces produits lors de l'optimisation de la réassurance.

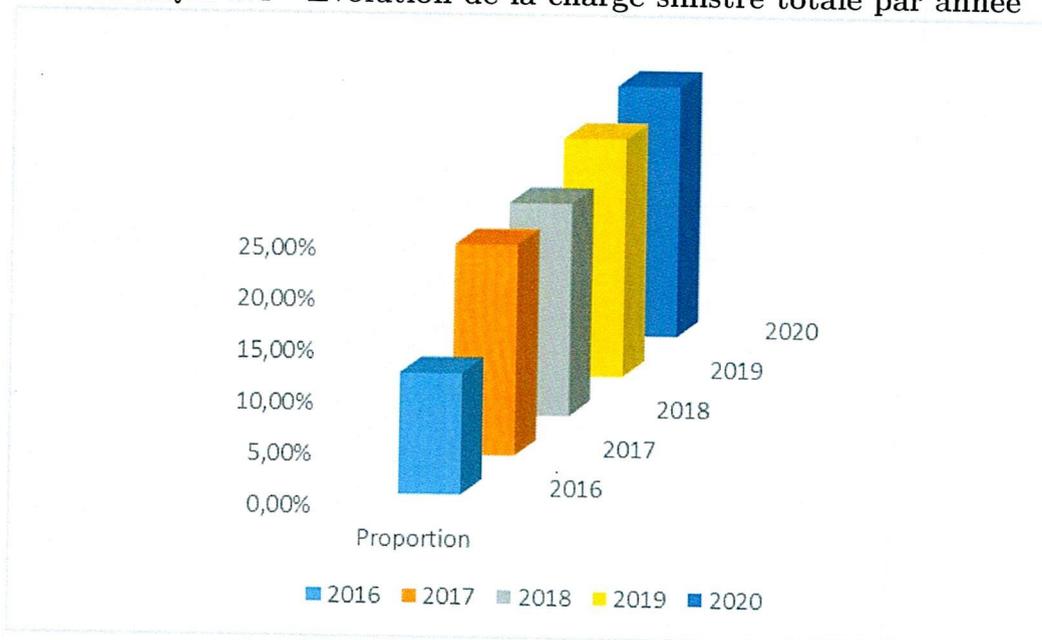
Cette section nous a permis d'analyser le portefeuille de la cédante dans le but de mieux cerner ses spécificités. Nous avons ainsi analysé sa composition suivant les différentes lignes d'affaires en terme de souscriptions et de chiffre d'affaires. La section suivante est consacrée à l'étude de la sinistralité.

2.3.2 Analyse de la sinistralité

Dans le but de mieux diriger le choix du programme de réassurance, nous procédons dans cette partie à l'analyse des sinistres déclarés.

Sur le graphique 2.4 nous pouvons observer la croissance de la charge sinistre totale par année. Cette évolution de la charge sinistre est étroitement liée à celle des souscriptions de la cédante. Vue le contexte de crise sanitaire des années 2019 et 2020, on pouvait s'attendre à voir une plus grande évolution de la charge sinistre totale de ces années. Cela n'a pas été le cas puisque aucun sinistre n'a été déclaré pour cause de *COVID*.

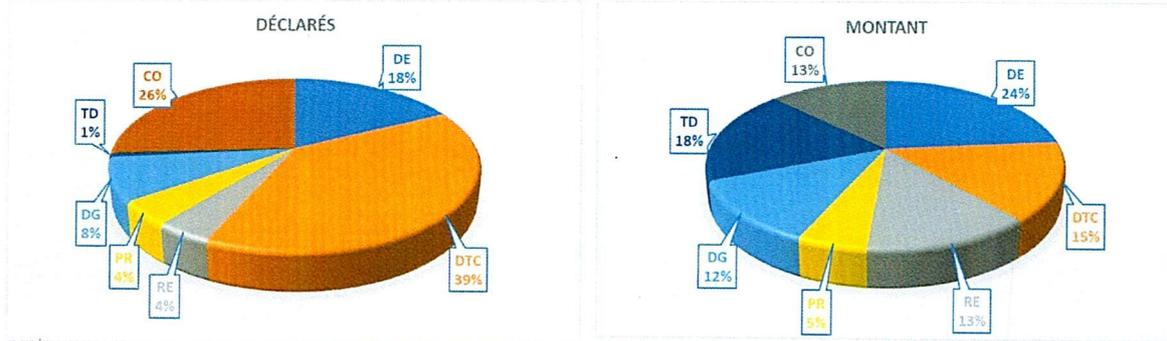
GRAPHIQUE 2.4 – Évolution de la charge sinistre totale par année



L'analyse du graphique 2.3 ci-dessous montre qu'en 2020 les risques rente éduca-

tion(RE), décès titulaire des comptes(DTC) et décès emprunteur(DE) représentaient respectivement 38,66%, 25,41% et 12,98% du chiffre d'affaires. Le graphique 2.5 présente les déclarations des sinistres ainsi que la répartition de la charge sinistre totale par ligne d'affaires.

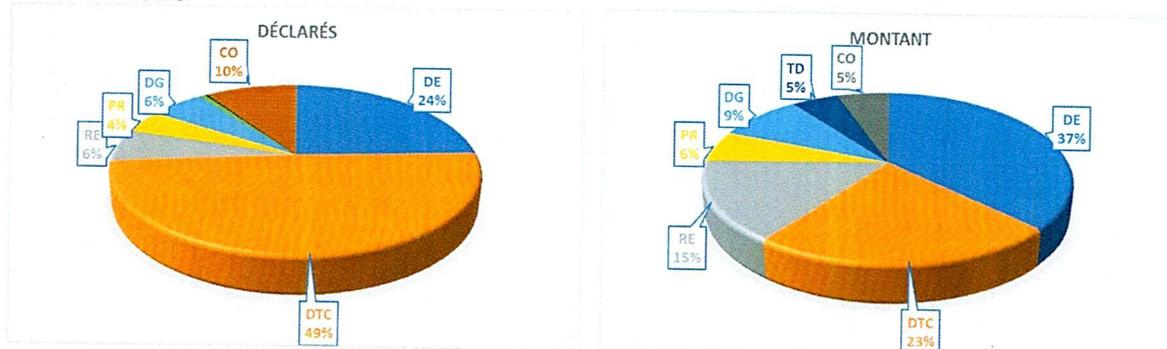
GRAPHIQUE 2.5 – Déclarations et charge sinistre par ligne d'affaires en 2020



Il en ressort que la majorité des déclarations des sinistres de 2020 sont respectivement des DTC(39%), CO(26%) et DE(18%). Alors que le risque décès emprunteur porte 24% de la charge sinistre totale déclarée, le risque Temporaire Décès en porte 18% et le risque Décès Titulaire de Compte porte 15%. En outre, le coût moyen d'un sinistre en 2020 est de 1 673 628 avec une grande dispersion autour de la moyenne. Cette forte volatilité est à analyser avec prudence puisque les contrats de prévoyance sont en général souscrits sur une longue période.

L'analyse du portefeuille révèle qu'une police contenant la garantie décès dure en moyenne 2,8495 ans. Nous nous proposons d'analyser le risque décès sur cinq ans. Cette analyse nous permettra de mieux juger de la rentabilité des différentes lignes d'affaires. Le graphique 2.6 ci-dessous présente la charge totale sinistre des années 2016 à 2020 par ligne d'affaires. On y retrouve aussi les répartitions des déclarations de sinistres.

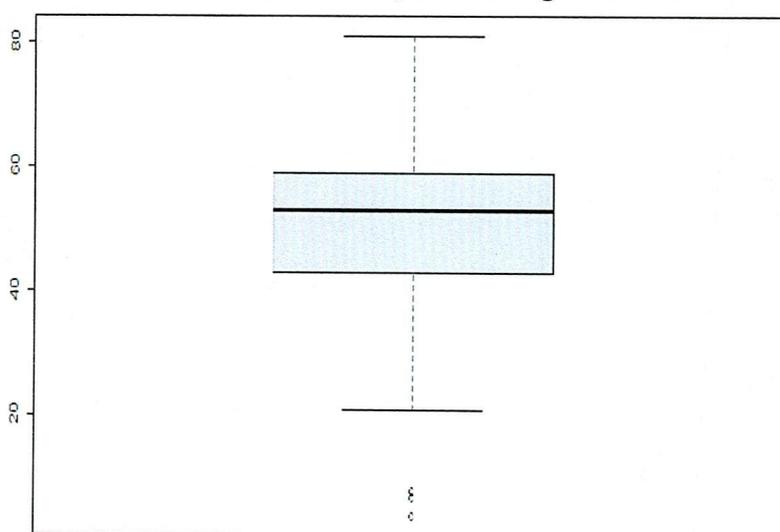
GRAPHIQUE 2.6 – Déclarations et charge sinistre totale par ligne d'affaires de 2016 à 2020



Il en ressort que le risque décès est essentiellement porté par les produits décès emprunteur, décès titulaire des comptes et rente éducation respectivement. Cela se justifie bien puisque ces trois produits représentent plus de 90% des souscriptions de la cédante.

Pour ce qui est des âges des assurés décédés, l'analyse du portefeuille décès montre que l'âge moyen de décès est de 49,75 ans. Il est à noter que cet âge est très proche de l'âge moyen des assurés du portefeuille qui est de 45,5 ans. En outre, l'âge des assurés décédés varie majoritairement entre 43 ans et 60 ans comme le montre le Boxplot du graphique 2.7.

GRAPHIQUE 2.7 – Boxplot des âges de décès



En définitive après analyse de la sinistralité d'Activa Vie sur les années 2016 à 2020, il apparaît que l'âge moyen du décès est de 49,75 ans. Plus encore, le risque décès est essentiellement porté par les produits décès emprunteur, décès titulaire des comptes et rente éducation respectivement. Il est donc légitime de s'interroger sur la rentabilité de ces produits. Dans la section suivante, nous examinons la rentabilité de chacune des lignes d'affaire à travers les différents indicateurs de rentabilité que nous observons net et brut de réassurance.

2.4 Un premier constat sur le portefeuille

2.4.1 Ratio de sinistralité

L'un des indicateurs de rentabilité le plus utilisé est le ratio de sinistralité. Il permet d'apprécier la sinistralité par rapport aux primes reçues en couverture du risque. Puisque

les produits d'assurance vie offre généralement une couverture sur plusieurs années, et vu que la durée moyenne d'un contrat chez Activa Vie est de 2,8495 ans, nous analysons ce ratio de sinistralité sur l'étendue des cinq dernières années en considérant pour chaque produit la moyenne des S/P brute de réassurance. Ces ratios sont présentés dans le graphique 2.8 ci-dessous.

GRAPHIQUE 2.8 – Ratio de sinistralité brute moyen des cinq dernières années



Comme nous pouvons le constater, toutes les lignes d'affaires à l'exception de Condoléances ont un ratio S/P brute inférieur à 100% ce qui permet de constater leur rentabilité. Par contre, la ligne d'affaires Condoléances est déficitaire avec un ratio S/P supérieur à 100%. Ce qui signifie que les primes reçues en couverture du risque sont insuffisantes pour régler les sinistres. Rappelons qu'en assurance vie, le tarif proposé repose essentiellement sur la table de mortalité réglementaire. L'on pourrait ainsi penser que le profil des assurés de ces lignes d'affaires n'aurait pas été pris en compte dans la construction de la dite table de mortalité. La première action à mener pourrait être d'appliquer une surprime lors de la tarification de ces produits. Un plan de réassurance adapté pourrait éventuellement aider à améliorer le ratio de sinistralité de cette ligne d'affaires.

2.4.2 Analyse de la réassurance pratiquée chez Activa

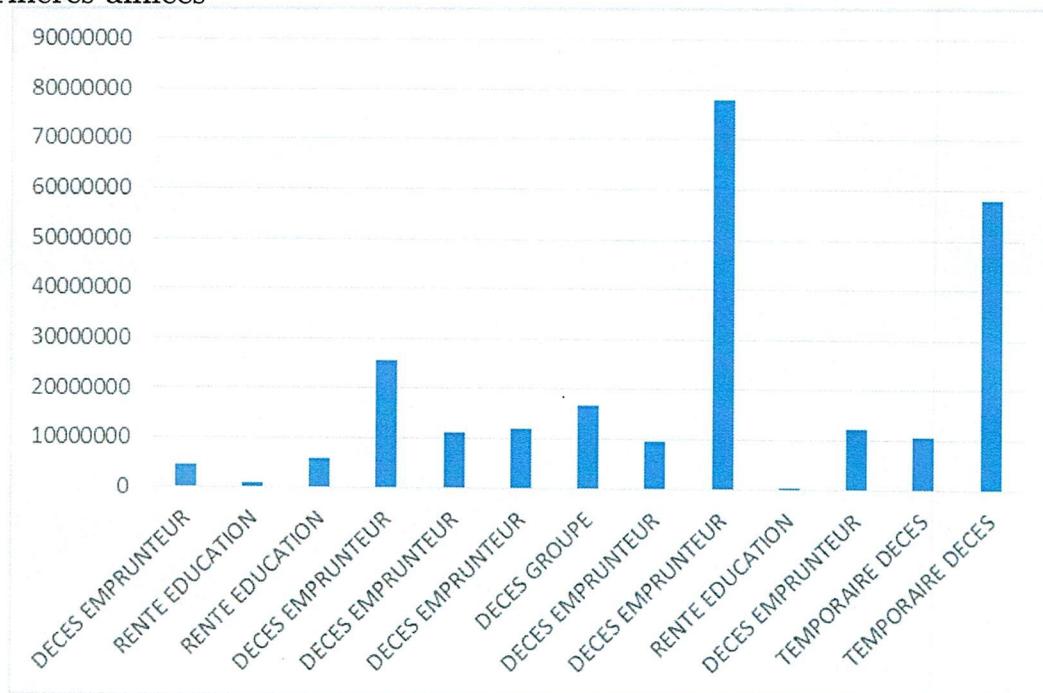
Dans cette section, nous examinons le programme de réassurance en excédent de sinistre par tête présent chez la cédante. Il s'agit d'un traité XS à deux tranches. Les caractéristiques principales sont les suivantes :

TABLEAU 2.1 – Programme de réassurance en place

Priorité	Portée1	Portée2
20 000 000	25 000 000	105 000 000

Une analyse rétrospective de la sinistralité observée sur notre période d'étude révèle que la garantie du réassureur aurait été interpellée uniquement pour les produits décès emprunteur, rente éducation, Temporaire Décès et décès groupe comme le montre le graphe 2.9.

GRAPHIQUE 2.9 – Histogramme des sinistres cédés au réassureur sur les cinq dernières années

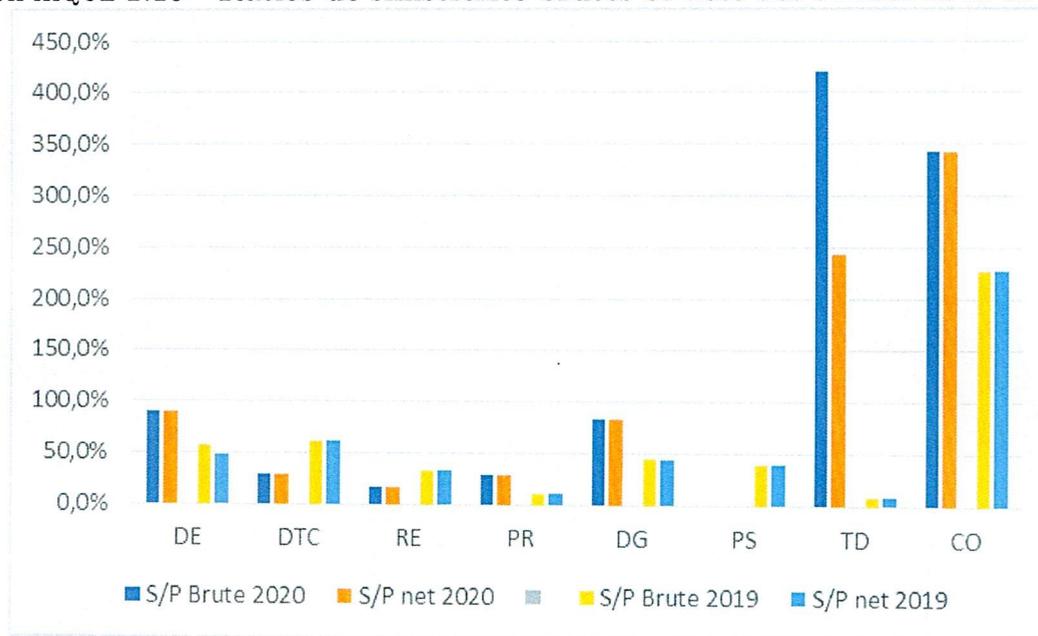


Comme nous pouvons le remarquer, les sinistres observés dans la ligne d'affaires déficitaire Condoléances ne sont pas cédés au réassureur. Cela se justifie par le fait que le capital maximal sur la tête d'un assuré est de 2 000 000, lequel capital est inférieur à la priorité de l'assureur qui est de 20 000 000. Ce qui signifie que la masse des sinistres de cette ligne d'affaires reste entièrement à la charge de l'assureur. Vu la forte sinistralité de ce produit, il pourrait être bénéfique à la cédante de souscrire un traité quote part sur la rétention de l'assureur. Ce traité quote part lui permettrait non seulement de partager le risque avec le réassureur, mais aussi de bénéficier de l'expertise technique de ce dernier lors de la sélection et la tarification du risque. Il apparaît également que, sur les 14 sinistres qui auraient été cédés en cinq ans, seulement trois sinistres toucheraient la garantie de la

deuxième tranche.

Rappelons que le plan de réassurance appliqué par la cédante entre 2016 et 2019 a été modifié. On est passé d'une rétention de 10 000 000 à 20 000 000 en 2020. Il est important d'analyser l'impact de ce changement. Tout d'abord, nous comparons les ratios de sinistralités brutes et nets de réassurance observés en 2020 avec ceux de 2019. Ces ratios sont consignés dans le graphique 2.10.

GRAPHIQUE 2.10 – Ratios de sinistralité brutes et nets des années 2019 et 2020



Ce graphique vient confirmer l'observation selon laquelle les sinistres de la ligne d'affaires Condoléances ne sont pas cédés en réassurance. C'est ce qui justifie la constance des ratios de sinistralité net et brute de réassurance de ce produit. En outre nous remarquons que le réassureur est intervenu en 2020 uniquement pour le règlement de deux sinistres du produit Temporaire Décès. C'est la raison pour laquelle les ratios nets et brutes de réassurance sont constants pour tous les autres produits. Plus encore l'analyse des ratios de sinistralités nets et bruts de l'année 2019 montre que la réassurance qui était en place avait permis d'améliorer légèrement les ratios des produits décès emprunteur et temporaire décès. Il est naturel de s'interroger sur la pertinence et la rentabilité de ces plans de réassurance. Pour analyser la rentabilité et risque pris, plusieurs indicateurs sont observés. Il s'agit du résultat net, du ROE net, EIC et du coefficient de variation des sinistres conservés(CV). Rappelons que ces indicateurs ont été présentés à la section 1.4

TABLEAU 2.2 – Comparaison du plan de réassurance de 2020 à celui de 2019

	Plan de 2019	Plan de 2020
Résultat net	554 054 346,97	693 259 505,18
ROE net	34,63%	22,8648%
EIC	394 054 346,97	390 059 505,18
CV	1,65	1,67

Le plan de réassurance ajusté en 2020 a permis de rehausser le résultat net de la cédante. En outre, en observant le rendement net (ROE net) des deux plans de réassurance, on pourrait penser que celui de 2019 rapporte plus comparativement aux fonds propres investis. Pourtant la mesure de la valeur ajoutée de ces deux plans de réassurance (EIC) montre bien que comparativement au rendement espéré minimal de 10%, ces deux programmes ont quasiment la même valeur ajoutée. Il est également à noter que l'exposition de la cédante mesurée ici par le coefficient de variation n'a pas considérablement augmenté.

Au terme de notre analyse des programmes de réassurance qui ont été en vigueur chez la cédante, il en ressort que l'augmentation de la priorité a permis non seulement de retenir le plus de prime, de dégager un meilleur résultat net de réassurance, mais aussi de constater une valeur ajoutée relativement stable. Vu le niveau des fonds propres et du rendement espéré par la cédante, nous avons également constaté que sur les cinq années de notre période d'étude, le rendement espéré minimal a été largement dépassé. On a également observé qu'avec le programme de réassurance ajusté en 2020, le réassureur a très peu intervenu dans le règlement des sinistres. Malgré la réassurance en cours, nous avons constaté que les sinistres de la ligne d'affaire déficitaire Condoléances ne sont pas pris en compte par le réassureur en raison du montant de la garantie qui est inférieur à la priorité du traité. Ces différentes remarques posent non seulement le problème du seuil de rétention du traité XS, de la forme du traité optimal à considérer mais aussi du besoin ou non de la réassurance. Le chapitre suivant sera dédié à l'optimisation de la réassurance.

OPTIMISATION DE LA RÉASSURANCE

Ce chapitre présente la méthode utilisée pour l'optimisation des traités en quote part et en excédent de sinistre. Une application au portefeuille décès de la cédante est faite par la suite.

3.1 Méthode d'optimisation

Dans ce qui suit, nous présentons les méthodes utilisées pour optimiser les traités de la réassurance proportionnelle et non proportionnelle. Cette approche est similaire à celle utilisée par Amedzo (2016).

3.1.1 Méthode d'optimisation de la réassurance proportionnelle

Les multiples inconvénients relatifs à la réassurance proportionnelle (QP, EDP) notamment le grand volume de primes cédées pourraient laisser penser qu'il ne faudrait pas l'étudier dans le processus d'optimisation de la réassurance. Pourtant, en se fiant aux dires d'experts, cette forme de réassurance est généralement utilisée à l'ouverture d'une nouvelle branche. Lampert et Whalin (2005) présentent également la nécessité d'optimiser la réassurance proportionnelle. Parmi les multiples approches d'optimisation en réassurance proportionnelle, notre attention s'est portée sur la méthode proposée par Finetti et Walhin (2006).

Méthode de De Finetti (1940) : Cette optimisation est faite suivant l'approche moyenne/variance. Considérons un portefeuille à réassurer de n polices payant chacune une prime P_1, P_2, \dots, P_n respectivement. Les coûts des sinistres sont respectivement de S_1, S_2, \dots, S_n . Chacune de ces polices peut être protégée par un traité proportionnel de taux de cession α_i avec $i = 1, \dots, n$. On suppose également que le taux de chargement

du réassureur est τ_i avec $i = 1, \dots, n$. La prime de réassurance de la i^{ieme} police est :

$$P_i^{rea} = (1 + \tau_i)\alpha_i\mathbb{E}(S_i).$$

En supposant P_i et τ_i connus, De Finetti[4] propose de trouver le taux de cession qui minimise la variance du résultat de la cédante pour un niveau de résultat fixé. Le résultat est ici donné pour $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ par :

$$Res_{net}(\alpha) = \sum_{i=1}^n P_i - (1 + \tau_i)\alpha_i\mathbb{E}(S_i) - (1 - \alpha_i)S_i.$$

Le programme d'optimisation est alors :

$$\begin{array}{l} \min Var(Res_{net}) \\ S/C \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathbb{E}(Res_{net}) = k \\ \alpha_i \geq 0 \text{ avec } i = 1, \dots, n \\ \alpha_i \leq 1 \text{ avec } i = 1, \dots, n \end{array} \right. \end{array}$$

où k est le résultat voulu par l'assureur. A partir du Lagrangien

$$L(\alpha, y, z, \lambda) = \sum_{i=1}^n [(1 - \alpha_i)^2 Var(S_i) + y_i(1 - \alpha) + z_i(-\alpha_i)]$$

on obtient la solution optimale

$$\alpha_i = \min\left(1, \max\left(0, 1 - \frac{\lambda\tau_i\mathbb{E}(S_i)}{2Var(S_i)}\right)\right)$$

où λ est le multiplicateur de Lagrange de la contrainte d'égalité, les y_i et z_i des multiplicateurs de Lagrange pour les contraintes d'inégalité.

3.1.2 Méthode d'optimisation des traités en excédent de sinistre

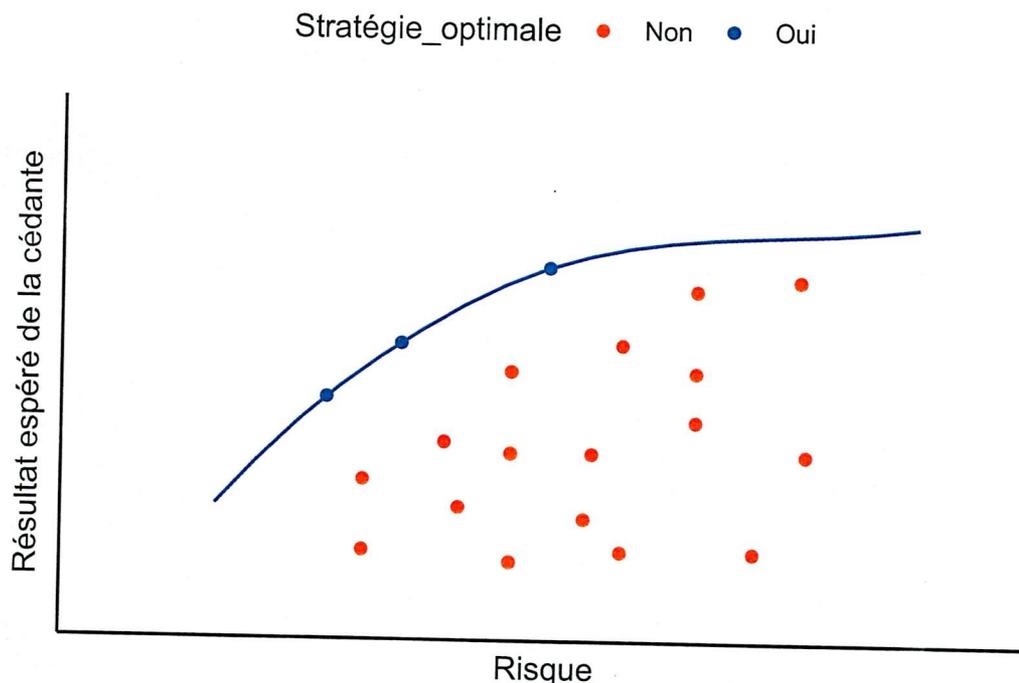
Selon les experts contactés, la majorité des compagnies d'assurance vie sont réassurés par un traité en excédent de sinistre. On retrouve des traités XS à une tranche et à deux tranches. Activa Vie fait partie de cette majorité avec un traité excédent de sinistre à deux tranches. C'est la raison pour laquelle dans ce mémoire l'optimisation des traités proportionnels portera uniquement sur les traités XS. Nous proposons donc une approche

qui permet d'optimiser dans un premier temps un traité XS à une tranche. Par la suite l'optimisation d'un traité XS à deux tranches est faite. Une comparaison de ces traités optimaux suivant un ensemble d'indicateurs permettra de sélectionner le meilleur selon les critères définis.

3.1.2.1 Optimisation d'un traité en excédent de sinistre à une tranche

L'optimisation ici consiste à trouver le couple (priorité, portée) qui permet de dégager une meilleure marge suivant les critères risques conservés et résultats. Le résultat net de réassurance étant lié à la prime et aux sinistres cédés, nous allons dans un premier temps tarifier le traité XS en utilisant la méthode du *Burning Cost* présentée à la section 1.3.2. Par la suite pour différents couples (priorité, portée), la variance des sinistres conservés après réassurance ainsi que l'espérance du résultat net seront évalués. Un graphique montrant cette variance en fonction du résultat permettra de sélectionner les stratégies optimales comme l'illustre le graphique 3.1 ci-dessous.

GRAPHIQUE 3.1 – Illustration des stratégies XS optimales



3.1.2.2 Optimisation d'un traité en excédent de sinistre à deux tranches

La particularité des traités XS à deux tranches réside dans le fait que la garantie de la deuxième tranche est interpellée uniquement lorsque le plafond de la première tranche

est atteint. Un traité XS à deux tranches a l'avantage de céder moins de prime comparativement au traité XS à une tranche.

Comme dans l'optimisation du traité XS à une tranche, le point de départ est l'évaluation du taux de prime. Ce taux est évalué tranche par tranche. Le tarif final est la somme des tarifs des deux tranches. Cette tarification se fait en appliquant la méthode du *Burning Cost*. L'optimisation ici consistera à trouver la priorité ainsi que les portées de la première et de la deuxième tranche qui maximisent nos indicateurs. Dans la suite on l'appellera le triplet (Priorité, Portée1, Portée2). L'idéal serait d'avoir un traité avec un plafond égal au plein de souscription de la cédante. Comme dans le cas des traités XS à une tranche, plusieurs stratégies de réassurance sont évaluées et l'ensemble des triplets optimaux sont dégagés.

En résumé pour l'optimisation des traités en quote part, nous utiliserons l'algorithme de Finetti et Walhin (2006) qui minimise la variance du résultat net sous la contrainte d'un résultat espéré. L'optimisation des traités en excédent de sinistre consistera à trouver les paramètres qui maximise le résultat net espéré en minimisant la variance de la sinistralité conservée.

3.2 Optimisation par type de traités

Les primes payées permettent de couvrir l'espérance des sinistres. Les sinistres inattendus sont en général couverts par les fonds propres de la compagnie. Le niveau de capital mis en gage pour couvrir les sinistres inattendus constitue l'appétence au risque de la compagnie. Plus le capital à risque est élevé plus le besoin en réassurance est faible. La détermination de la queue de distribution est étroitement liée à l'appétence au risque de la cédante. Un seuil de rétention très faible ramène le réassureur dans le corps de distribution de l'assureur, ce faisant cède trop de résultat au réassureur alors qu'un seuil très élevé expose la compagnie à un grand risque inattendu. L'assureur doit donc trouver le juste seuil qui lui permettra de conserver les risques en accord avec sa capacité financière et céder uniquement les sinistres de sa queue de distribution. Dans ce qui suit nous appliquons les méthodes précédentes au portefeuille de la cédante et nous présentons un ensemble de résultats optimaux selon nos critères. La cédante pourra alors choisir un résultat en fonction du niveau de risque qu'elle peut prendre.

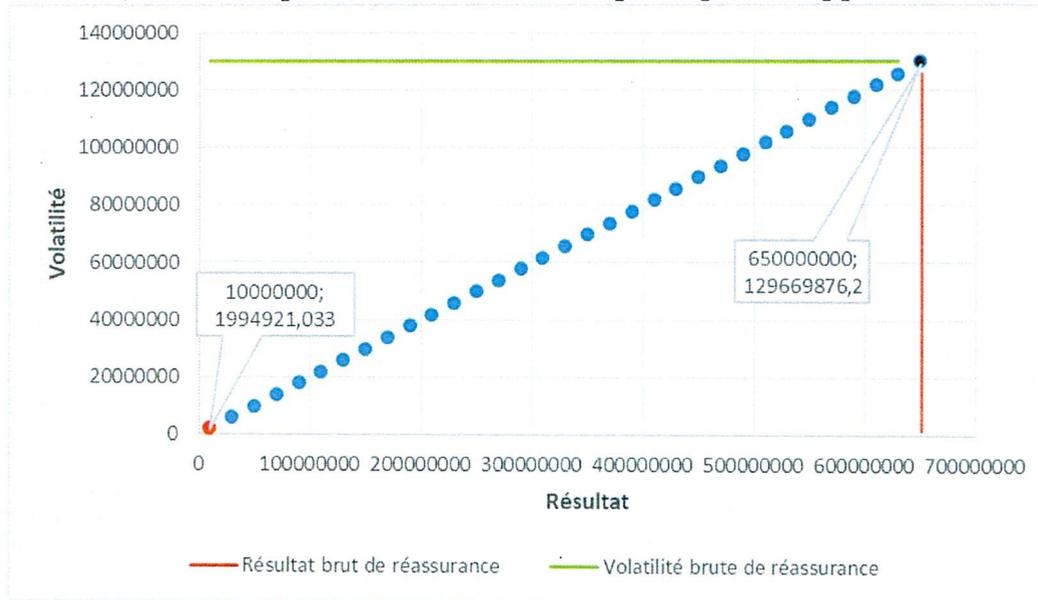
3.2.1 Optimisation du traité quote part

En réassurance proportionnelle, les commissions payées par le réassureur et la participation au bénéfice viennent rehausser le faible résultat constaté après réassurance. Ce faible niveau de résultat vient en grande partie du volume important de primes cédées. Dans notre analyse, nous ne prenons pas en compte les commissions et le taux de participation au bénéfice puisqu'ils relèvent des négociations entre les deux parties.

Nous implémentons dans cette partie la méthode de Finetti et Walhin (2006) définie à la section 3.1.1. Pour cela, nous cherchons le taux de cession qui permettra de réduire la volatilité du résultat net d'une année à l'autre sous la contrainte d'un résultat espéré. En utilisant l'expérience de la cédante sur les cinq dernières années, nous construisons un outil qui fournit pour les différents résultats espérés net de réassurance la variance optimale du résultat au sens de De Finetti[4].

Après analyse, nous avons un résultat espéré brut de réassurance de 651 892 403, avec une dispersion autour de la moyenne de 130 047 396. Ce qui signifie qu'au vue de l'expérience de la cédante sur les cinq dernières années, elle s'attend à avoir en moyenne un résultat brut de réassurance de 651 892 403 . Il est à noter qu'une grande incertitude accompagne ce résultat espéré. Nous cherchons donc le taux de cession en quote part qui viendra réduire la volatilité du résultat espéré tout en gardant un niveau de résultat qui dépend de l'appétence au risque de l'entreprise. Le graphique 3.2 ci-dessous montre la variance minimale du résultat en fonction du résultat espéré.

GRAPHIQUE 3.2 – Optimisation du traite quote part : Approche résultat



Chaque point du graphique représente une stratégie de réassurance en quote part obtenue en appliquant l'algorithme de De Finetti[4]. Chacune de ces stratégies est accompagnée d'un taux optimal de cession. Tel qu'on pouvait s'y attendre, la réduction de la variance entraîne automatiquement une diminution du résultat espéré. La cédante devra en fonction de résultat voulu choisir en connaissance de cause le taux de cession qui convient. Remarquons tout de même que le point extrême en rouge cède 98,5% au réassureur, laissant ainsi une infime marge à l'assureur. Cette stratégie n'est donc pas favorable à la cédante. Par contre le point extrême en noir conserve une bonne marge de résultat avec un niveau de volatilité légèrement réduit. Bien qu'elle soit avantageuse pour la cédante il est à noter qu'elle ne cède que 0,3% au réassureur. Cette stratégie n'est donc pas viable. L'idéal serait de choisir le taux de cession qui arrange les deux parties. Les différents taux de cession sont présentés en annexe 3.3.

Dans l'optique de poursuivre notre analyse nous faisons l'hypothèse que les taux viables sont situés entre 20% et 80%. Dans ces conditions, pour conserver le meilleur résultat nous choisissons le taux de 21,8% qui garantit un résultat de 510 000 000 avec une volatilité de 101 740 979.

Rappelons que l'un des inconvénients du traité quote part est qu'il ne permet pas de rendre homogène les risques conservés. L'assureur qui fait recours à la réassurance peut souhaiter réduire la variance des sinistres qui restent à sa charge après application du

traité. La section suivante s'atèle à proposer un plan de réassurance optimale qui réduit le volatilité des sinistres conservés par l'assureur.

3.2.2 Optimisation du traité en excédent de sinistre

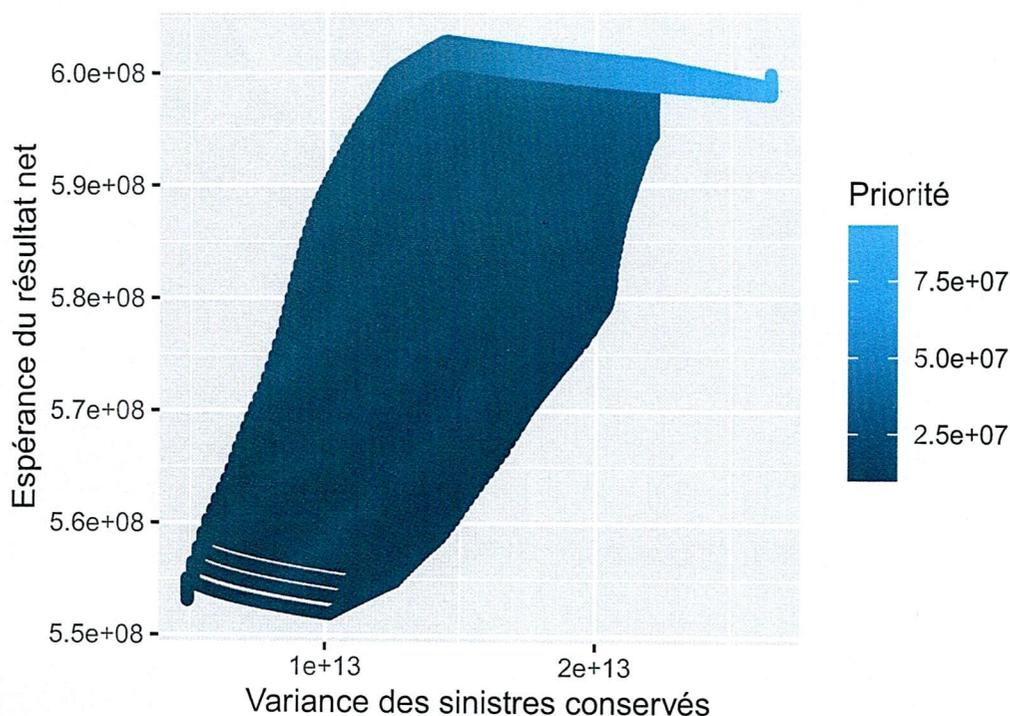
Le but de cette section est de proposer un champ de traités optimaux en excédent de sinistre à une tranche et un autre champ à deux tranches. Le critère utilisé est celui de l'espérance/ variance du gain. On cherchera à augmenter le résultat net de l'assureur et à réduire le risque qui s'y rapporte.

3.2.2.1 Optimisation d'un traité en excédent de sinistre à une tranche

Il est question dans cette section de trouver les couples (Priorité, Portée) qui permettent de réduire l'exposition du portefeuille de la cédante aux fortes fluctuations de la sinistralité conservée. Comme mentionné à la section 3.1.2, la première étape dans la recherche du couple optimal (Priorité, Portée) est de pouvoir donner un prix à la couverture en excédent de sinistre. Nous utilisons pour cela la méthode du *Burning Cost* basée sur l'historique des sinistres d'Activa Vie des années 2016 à 2020. Rappelons qu'en assurance vie, le capital décès est un montant forfaitaire qui ne saurait changer avec l'évolution économique. C'est la raison pour laquelle aucun ajustement des sinistres en fonction de l'évolution des facteurs socio-économiques n'a été fait. Les sinistres observés sont considérés sans aucune modification.

Pour trouver les stratégies optimales, nous simulons 20 000 stratégies de réassurance et pour chacune d'elles nous évaluons le résultat net espéré et la variance des sinistres conservés. Le graphique 3.3 présente les résultats obtenus pour ces différentes stratégies de réassurance.

GRAPHIQUE 3.3 – Stratégies en excédent de sinistre à une tranche



Chaque point du graphique 3.3 est associé à un ensemble de stratégies de réassurance en excédent de sinistre, c'est-à-dire un ensemble de couple (Priorité, Portée). Nous parlons d'ensemble de stratégie car plusieurs couples simulés permettent d'obtenir le même résultat net espéré et la même variance des sinistres conservés. Ainsi, un résultat espéré peut être atteint avec plusieurs niveaux de variances de sinistres possibles. Pour un niveau de résultat donnée, le couple optimal est celui pour lequel la variance des sinistres conservés par la cédante est la plus petite. L'ensemble des stratégies optimales sont celles qui se situent sur l'extérieur gauche de notre graphique. Ces stratégies sont optimales car elles permettent de réduire l'exposition de la cédante aux fortes variations de sinistralités.

Il se pose alors le problème du choix d'un couple (Priorité, Portée) parmi la famille des couples optimaux. Notons qu'une portée élevée sous-entend plus de risque transférés au réassureur et un faible résultat net de la cédante. A l'opposé, une priorité élevée sous-entend une grande rétention, potentiellement une forte variabilité du résultat espéré. Nous souhaitons améliorer le traité XS actuel. C'est la raison pour laquelle nous sélectionnons dans cette famille les traités qui permettent d'obtenir un résultat espéré supérieur à celui du traité actuel. Ces traités ont une priorité comprise entre 15 000 000 et 30 000 000. Dans cette nouvelle famille nous sélectionnons celui qui permet d'obtenir le meilleur résultat espéré. Il s'agit du traité XS ayant les caractéristiques ci-dessous :

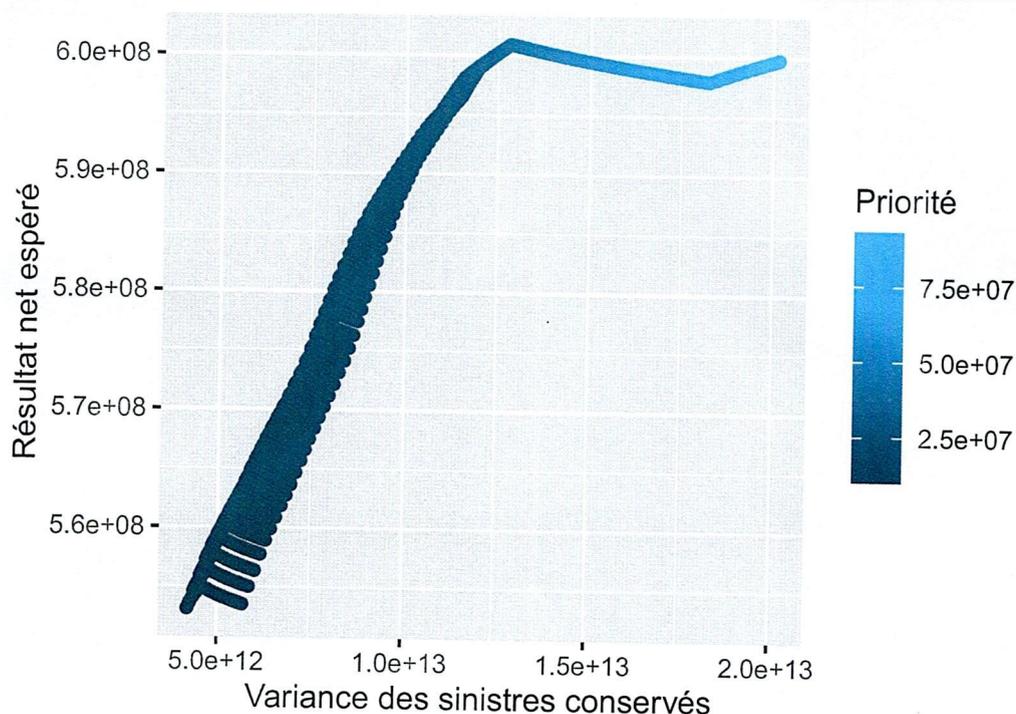
TABLEAU 3.1 – Traité optimal XS à une tranches sélectionné

Priorité	Portée
29 185 930	120 814 070

3.2.2.2 Optimisation d'un traité en excédent de sinistre à deux tranches

L'approche d'optimisation est identique à celle des traités XS à une tranche, à la seule différence qu'optimiser ici consiste à trouver les triplets (Priorité, Portée1, Portée2) qui permettent de réaliser une meilleure marge au sens de nos critères d'optimisation. Comme précédemment, nous simulons 20 000 triplets possibles. Après la tarification, l'observation des indicateurs sur chacun d'eux permet de dégager les traités qui améliorent la rentabilité de la cédante. Le graphique 3.4 ci-dessous présente la variance des sinistres à la charge de l'assureur en fonction du résultat espéré.

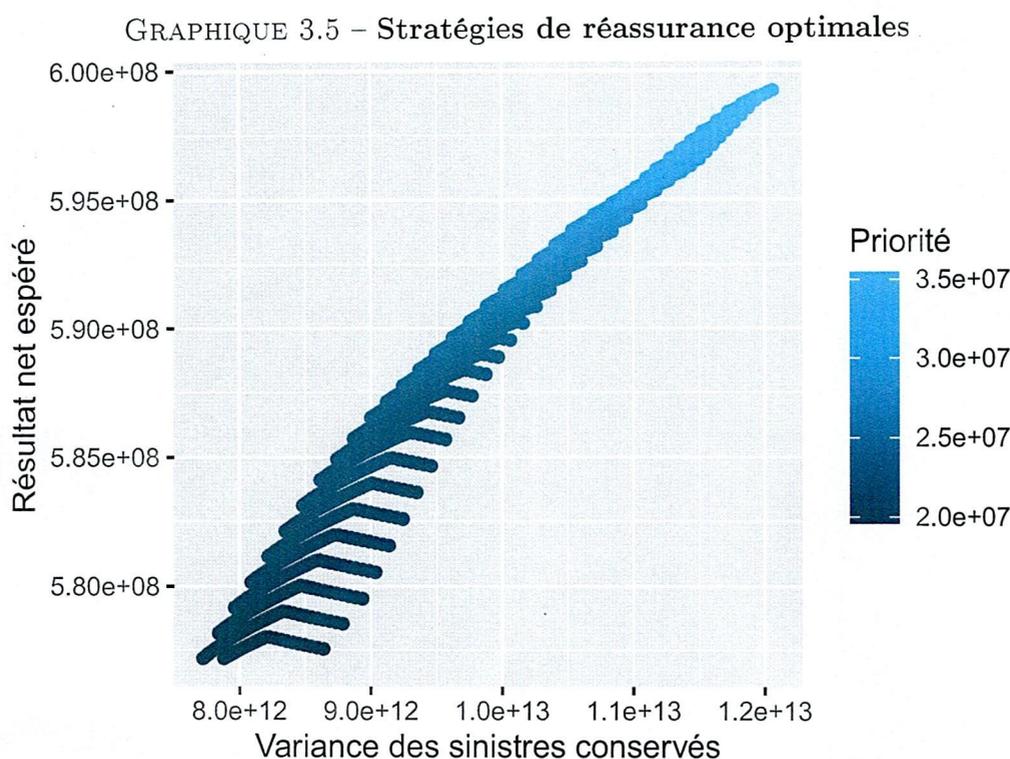
GRAPHIQUE 3.4 – Traités excédent de sinistre à deux tranches simulés



Comme précédemment chaque point du graphique est une stratégie de réassurance. Les triplets optimaux sont ceux qui se trouvent sur la limite gauche du graphique 3.4. En effet ces stratégies permettent de réduire l'exposition de la cédante aux fortes variations de sa sinistralité.

Le problème du choix d'un triplet parmi la famille des triplets optimaux se pose

toujours. Nous proposons dans un premier temps de sélectionner les stratégies qui améliorent l'espérance du résultat net obtenu avec le programme actuel. Ensuite parmi ces ensembles de stratégies, nous sélectionnons celles qui permettent d'obtenir un résultat net supérieur au résultat net obtenu avec le programme de 2020. Elle sont consignées dans le graphique 3.5



Tous les points situés à la frontière gauche du graphique 3.5 réduisent l'exposition de la cédante à une forte fluctuation de la sinistralité conservée tout en garantissant un résultat supérieur à celui obtenu avec le programme de réassurance actuel. C'est la raison pour laquelle nous disons que ces triplets sélectionnés apportent un meilleur résultat. La priorité varie entre 20 000 000 et 35 000 000. Pour continuer notre analyse, nous sélectionnons le triplet qui permet d'obtenir le plus grand résultat en 2020.

TABLEAU 3.2 – Traité optimal XS à deux tranches sélectionné

Priorité	Portée1	Portée2
25 432 161	20 251 256	104 316 583

3.3 Analyse comparative des stratégies de réassurance

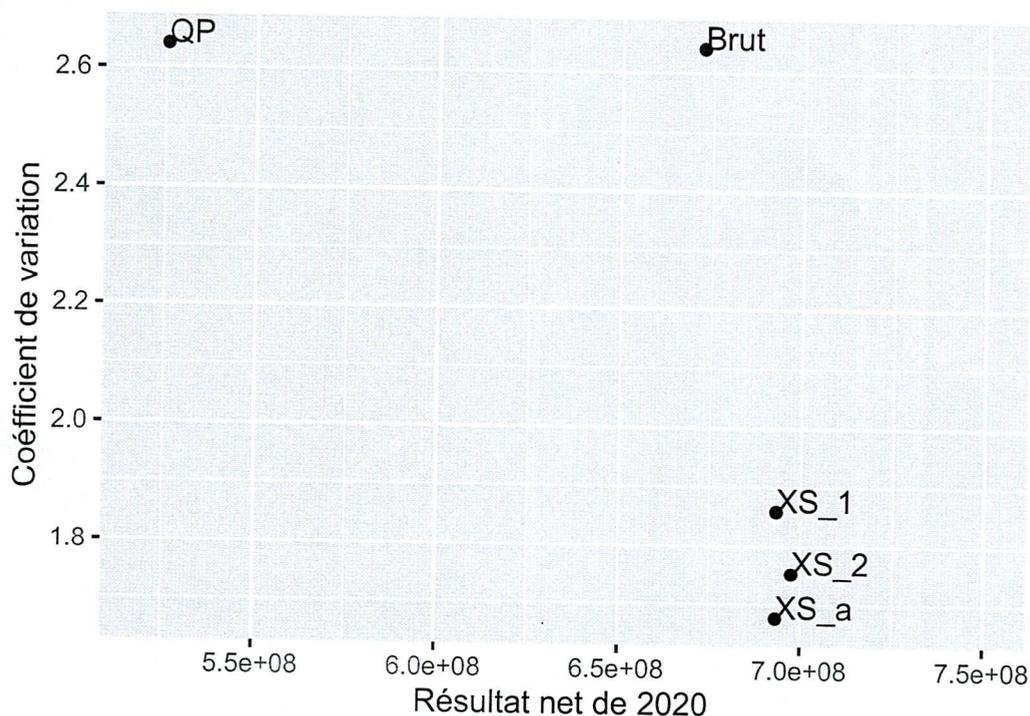
Dans les sections précédentes nous avons trouvé les paramètres optimaux pour les différentes formes de réassurance testées. Cette optimisation reposait essentiellement sur l'historique de sinistralité de la cédante. Nous avons pu sélectionner un traité quote part, un traité excédent de sinistre à une tranche et un traité excédent de sinistre à deux tranches.

Dans cette section, nous examinons l'impact de ces différentes propositions de réassurance sur le portefeuille de 2020 et nous les comparons au traité actuel. Les critères de comparaisons sont : le coefficient de variation des sinistres conservés, le résultat net et le ratio de sinistralité net de réassurance.

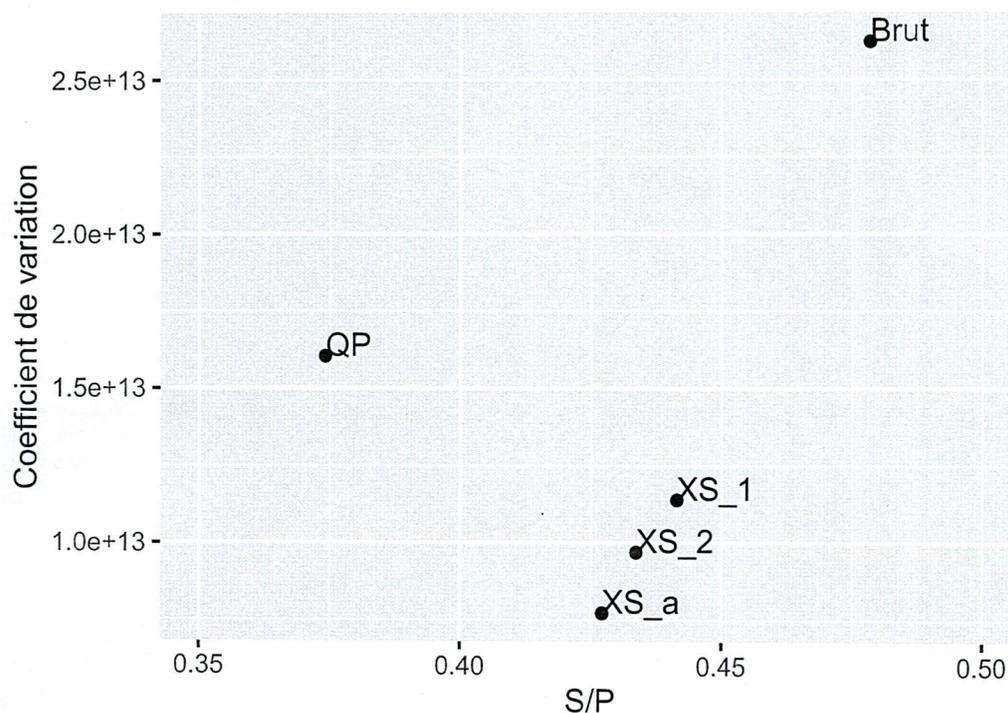
Notation 3.3.1. Dans ce suit on note :

- *QP*, le traité optimal en quote part sélectionné.
- *Brut*, le portefeuille brut de réassurance.
- *XS_1*, le traité optimal en excédent de sinistre à une tranche.
- *XS_2*, le traité optimal en excédent de sinistre à deux tranches.
- *XS_a*, le traite actuellement en place.

GRAPHIQUE 3.6 – Comparaison des stratégies de réassurance : Résultat net et coefficient de variation



GRAPHIQUE 3.7 – Comparaison des stratégies de réassurance : S/P net et coefficient de variation des sinistres conservés



Le graphique 3.6 montre que le portefeuille brut de réassurance fournit un résultat inférieur à ceux des traités en excédent de sinistre. Cette observation est cohérente avec l'évolution de la charge totale observée en 2020, avec pour conséquence une sinistralité supérieure à l'espérance des sinistres issue de l'expérience.

Pour ce qui est de la cession en quote part, le grand volume de prime cédé réduit considérablement le résultat de la cédante. Bien que ce traité soit celui qui offre le ratio S/P minimal en baissant également la variance des sinistres à la charge de l'assureur, le faible résultat constaté le rend inadapté au portefeuille étudié.

Les différents traités en excédent de sinistre ont permis non seulement d'améliorer le résultat de la cédante, mais aussi de réduire légèrement le ratio de sinistralité de cette dernière. La comparaison des différents traités en excédent de sinistre montre que le traité actuel est celui qui a le plus petit ratio de sinistralité et celui pour lequel la variance des sinistres conservés est minimale. Cette prudence fait perdre en résultat comparativement au traité en excédent de sinistre à deux tranches proposé. Il apparaît alors qu'une amélioration du résultat nécessite une plus grande prise de risque. Sachant que le risque pris est mesuré ici par la variance des sinistres qui reste à la charge de l'assureur après l'application du traité. C'est à ce niveau que l'appétence au risque de l'entreprise est interpellée.

L'entreprise pourrait choisir parmi la famille des traités optimaux proposés ceux qui sont en adéquation avec ses objectifs tant sur le plan stratégique que sur le plan du rendement souhaité. Nous avons tout de même constaté que le rendement minimal attendu est largement dépassé par chacune des familles de traités optimaux proposés.

♣ CONCLUSION GÉNÉRALE ♣

Parvenu au terme de notre travail, rappelons que nous avons pour ambition d'optimiser le programme de réassurance d'Activa Vie. Notre attention s'est portée particulièrement sur le risque décès réassuré par un traité en excédent de sinistre à deux tranches.

Sur la base de l'historique de sinistralité de la cédante, différents traités ont été testés et les paramètres optimaux ont été déterminés selon le critère moyenne/variance. Il était question de proposer des traités qui réduisent l'exposition de la cédante aux fortes fluctuations de sa sinistralité. Le taux de cession optimal en quote part est obtenu en appliquant l'algorithme de Finetti et Walhin (2006). Plusieurs simulations des couples (priorité, portée) ont permis de faire ressortir une frontière des traités optimaux en excédent de sinistre à une tranche d'une part, puis à deux tranches d'autre part. Par la suite nous avons sélectionné celles qui améliorent le résultat net actuel de la cédante. Ces différents traités optimaux ont été comparés d'abord entre eux, puis avec le traité en vigueur chez la cédante. Il ressort de cette analyse que le la priorité actuelle du traité peut être augmenté jusqu'à 35 000 000. Cette augmentation implique une plus grande prise de risque. C'est-à-dire des sinistres à la charge de l'assureur plus volatile ce qui implique une plus grande variabilité du résultat net. Différents résultats espérés couplés à l'incertitude qui accompagne leurs réalisations ont été mis à la disposition de l'entreprise pour appréciation.

Pour améliorer ce travail, nous envisageons d'optimiser également des combinaisons des différents traités et de faire une étude d'impact du niveau de risque pris par chaque traité optimal sur les fonds propres de la compagnie. Sachant que le risque pris est mesuré par la variance des sinistres conservés. Le plan de réassurance proposé ne permet pas de corriger la forte sinistralité de la ligne d'affaire condoléances. Nous envisageons calibrer un traité pour pour cette ligne d'affaire. L'approche utilisée dans ce mémoire repose essentiellement sur la sinistralité observée de 2016 à 2020. Elle ne prend pas en compte tous les scénarios de mortalité possible. Nous souhaitons également proposer une optimisation qui repose sur les capitaux assurés. Pour cette approche, différents scénarios de sinistralité

qui s'adosent sur la mortalité réelle de la cédante seront simulés. On pourra ainsi obtenir un bon nombre de scénario de sinistralité parmi lesquelles le pire et le meilleur scénario. Ces deux approches permettront de proposer un programme de réassurance plus adapté au portefeuille de la cédante.

♣ Bibliographie ♣

- [1] AMEDZO , G. (2016). « La réassurance comme levier d'optimisation de le rentabilité commerciale» *Mémoire d'actuariat, ressources actuarielles*.
- [2] CAI, J., et TAN, K. S. (2007). «Optimal retention for a stop loss reinsurance under the VaR and CTE risk measures.» *ASTIN Bulletin : The Journal of the IAA*, 37(1), 93-112.
- [3] CIMA, « code des assurances», 27(3), 451-462..
- [4] GLINEUR, F. et WALHIN, J. F.(2006). «De Finetti's retention problem for proportional reinsurance revisited.» *Blätter der DGVMF*, (2005).
- [5] BLONDEAU J. ET PARTRAT C. «La réassurance : Approche technique. Assurance, audit, actuariat» *Economica* 2003. isbn : 9782717845334
- [6] FOADING JOSEPH L. , «Pratique de la Cession Légale CICA RE », Séminaire Vie, 2021.
- [7] KRVAVYCH, Y. (2005). « Insurer risk management and optimal reinsurance» *University of New South Wales (Australia)*.
- [8] LAMPAERT, I., et WALHIN*, J. F. (2005). «On the optimality of proportional reinsurance.» *Scandinavian Actuarial Journal*, 2005(3), 225-239.
- [9] OHLIN, J., (1969) «On a class of measures of dispersion with application to optimal reinsurance.» *ASTIN Bulletin : The Journal of the IAA*, 5(2), 249-266.
- [10] SALIOU BAKAYOKO, Ancien Directeur Général de SUNU Assurances Vie Côte d'Ivoire «*Note de cours de réassurance*»
- [11] VEPRAUSKAITE, E, et SHERRIS, M. (2012). «An analysis of reinsurance optimization in life insurance.» *Working Paper. Retrieved from*.
- [12] <https://www.atlas-mag.net/article/special-annuaire-reassurance-2021>

♣ ANNEXES ♣

TABLEAU 3.3 – Taux de cession en quote part

Taux_cession	Resultat_Espere	Volatilité
98,5%	10 000 000	1 994 921
95,4%	30 000 000	5 984 763
92,3%	50 000 000	9 974 606
89,3%	70 000 000	13 964 448
86,2%	90 000 000	17 954 290
83,1%	110 000 000	21 944 133
80,1%	130 000 000	25 933 975
77,0%	150 000 000	29 923 817
73,9%	170 000 000	33 913 659
70,9%	190 000 000	37 903 502
67,8%	210 000 000	41 893 345
64,7%	230 000 000	45 883 187
61,7%	250 000 000	49 873 029
58,6%	270 000 000	53 862 872
55,5%	290 000 000	57 852 714
52,4%	310 000 000	61 842 556
49,4%	330 000 000	65 832 399
46,3%	350 000 000	69 822 241
43,2%	370 000 000	73 812 083
40,2%	390 000 000	77 801 926
37,1%	410 000 000	81 791 768
34,0%	430 000 000	85 781 610
31,0%	450 000 000	89 771 452
27,9%	470 000 000	93 761 295
24,8%	490 000 000	97 751 137
21,8%	510 000 000	101 740 979
18,7%	530 000 000	105 730 822
15,6%	550 000 000	109 720 664
12,6%	570 000 000	113 710 506
9,5%	590 000 000	117 700 349
6,4%	610 000 000	121 690 191
3,4%	630 000 000	125 680 034
0,3%	650 000 000	129 669 876