

**Mémoire présenté devant
l'UFR de Mathématique et d'Informatique
pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'Actuaire de Strasbourg
et l'admission à l'Institut des Actuares**

le 20/10/2011

Par : Ozan CENELI

Titre: **APPLICATION DU CONCEPT DE L'ORSA AUX CAPTIVES DE
REASSURANCE NON-VIE**

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

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

Membres du jury de l'Institut des Actuares *signature* Entreprise :

Nicolas Friederich

Nom : Aon Global Risk Consulting

Signature :

Membres du jury de l'UdS :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Jean-Michel BRIOT

Signature :

M. Philippe Artzner

Invité :

M. Pierre Devolder

Nom :

M. Karl-Théodor Eisele

Signature :

Mme Armelle Guillou

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

M. Bernard Heinkel

M. Bertrand Koebel

Mme Myriam Maumy-Bertrand

M. Jean-Luc Netzer

Mme Sandrine Spaeter-Loehrer

Signature du responsable entreprise

Secrétariat : Mme VOS Marie-Line

Signature du candidat

Bibliothèque : Mme Christine Didier

Remerciements

J'aimerais tout d'abord rendre hommage à mon père qui nous a quitté le 1^{er} octobre 2011 et qui m'a toujours soutenu dans tout ce que j'ai pu entreprendre. Un père qui à toujours été présent pour sa famille et que je ne remercierai jamais assez.

J'adresse mes remerciements à Jean-Michel Briot et Fabrice Frère, directeur associé et administrateur délégué pour leur disponibilité, leurs soutiens et précieux conseils.

Je tiens plus particulièrement à remercier Marie Graeffly et Muriel Chemouny pour leur encadrement de qualité, leur présence, leur conseils aussi bien sur l'aspect technique de ce mémoire que sur l'aspect rédactionnel.

Je tiens également à remercier tous les membres de l'équipe Aon Global Risk Consulting Luxembourg ainsi que les membres de l'équipe Aon Insurance Manager Luxembourg qui m'ont supporté et beaucoup aidé, en particulier mes collègues Emmanuelle Scheidt, Annick Mauffrey, Hélène Schabo, Roman Fredosev, David Dentini et Jean-Christophe Vanneaux.

Je voudrais aussi remercier Alexandre You Responsable Actuariat et Surveillance du Portefeuille SOGESSUR pour sa grande disponibilité au cours de la rédaction de mon mémoire.

Enfin, je souhaite remercier mes parents, ma famille et mon entourage pour m'avoir soutenu et encouragé.

Résumé

Une société d'assurance ou de réassurance captive est la filiale d'un groupe industriel, commercial ou financier qui a pour objet d'assurer ou de réassurer tout ou partie des risques du groupe, à l'exclusion des risques de tiers.

La société captive est une entité juridique propre, le mécanisme de couverture des risques mis en place entre le groupe et sa filiale captive ne constitue donc pas un transfert des risques mais est une forme élaborée de rétention des risques.

Ce type de structures comporte beaucoup de spécificités et souffre d'un réel manque de données. Elles nécessitent donc une attention particulière.

La norme Solvabilité 2 a pour objectif d'adapter le régime prudentiel à ces évolutions, de répondre aux critiques adressées à Solvabilité 1, de renforcer l'intégration du marché unique de l'assurance et d'opérer un changement de philosophie. Une des caractéristiques fondamentales de Solvabilité 2 est l'approche fondée sur le profil de risque particulier de l'entreprise. Les États Membres envisagent de retarder la mise en œuvre nationale au 31 Mars 2013 avec mise en place au 1er Janvier 2014.

La réforme s'articule en trois piliers, le premier traite des exigences quantitatives, le second des exigences qualitatives et de la surveillance prudentielle et le troisième de l'information publique et du reporting prudentiel.

Le second pilier se base sur les articles 41 à 49 de la directive cadre et vise à repérer les institutions qui peuvent présenter une insuffisance potentielle de ressources financières au vu de leur profil de risque, cela passe par une évaluation des stratégies, procédures et processus. Il est également question de mettre en place une prise en compte qualitative des risques.

Celui-ci est aussi important que le premier, il complétera et déterminera le montant de l'éventuelle exigence de fonds propres supplémentaires (*capital add-on*).

L'implémentation du second pilier 2 pour les clients d'AGRC se fait en quatre livrables :

- Stratégie globale et gouvernance

- Système de gestion des risques
- Registre de risque
- Cartographie des procédures

L'ORSA est un élément central du pilier 2 dont le but est d'assurer la maîtrise par les sociétés de leurs risques. Cela passe par la mise en place de procédures de contrôle ainsi que d'une méthodologie d'évaluation de leurs risques et des besoins en fonds propres correspondants.

Il s'agit pour les entreprises d'assurance et de réassurance de mettre en place des pratiques menant non seulement à une meilleure maîtrise de leurs risques, mais également à un meilleur pilotage de leur activité.

A travers l'ORSA, chaque entreprise d'assurance devra analyser ses risques et évaluer ses besoins de fonds propres en tenant compte de son profil de risque spécifique, de ses limites approuvées de tolérance au risque et de sa stratégie commerciale. Il s'agit d'aller au-delà du calcul réglementaire imposé par le premier pilier.

Dans nos travaux, nous nous limiterons à l'application de l'ORSA aux captives non-vie. Nous nous focaliserons surtout sur l'aspect calcul de capital add-on.

Pour notre étude, l'utilisation du principe de proportionnalité a été un point fondamental. Il s'applique généralement quand une méthodologie d'évaluation est choisie, permettant à l'entreprise d'assurance ou de réassurance la flexibilité de choisir les méthodologies actuarielles et statistiques adaptées à la nature, à l'échelle et à la complexité des risques fondamentaux. Le profil individuel de risque devrait être le guide primaire pour évaluer la nécessité d'appliquer ce principe.

Le processus ORSA mis en place dans notre étude se déroule en trois étapes :

- Dans un premier temps, il s'agit de mettre en évidence chaque risque susceptible de menacer la réalisation des objectifs attribués à la captive par la maison mère. A travers cette analyse nous présenterons une liste non exhaustive des risques pouvant menacer l'atteinte de ces objectifs. Dans cette partie, nous ne nous limiterons pas seulement aux risques du QIS 5, il s'agit de relever les risques liés à la spécificité de la captive.

- Une fois que le risque est avéré lors de l'étape précédente, nous analyserons s'il est pris en compte dans le QIS 5 et, le cas échéant, si le calcul est adéquat compte tenu du risque souscrit par la captive. Afin de déterminer si ce calcul est adéquat nous proposerons la création de critères d'adéquation nous permettant de juger de la fiabilité du calcul effectué sous le pilier 1.
- Lorsqu'un risque menace la captive, qu'aucune procédure n'est mise en place pour le réduire, que le calcul du QIS 5 est inadéquat et que le risque est jugé très important, notre tâche sera de mettre en place un modèle adapté afin de prendre en compte ce risque de manière cohérente.

Pour mettre en place ce processus nous aurions pu opter pour un modèle interne ou les USP (Undertaking Specific Parameters) du QIS 5 mais leur utilisation n'est pas raisonnablement envisageable dans le cadre des captives car les données dont nous disposons ne satisfont pas tous les critères.

Mots clés : Solvabilité 2 – Captive – Luxembourg – Réassurance non-vie – ORSA – QIS 5 – Implémentation pilier 2 – Provisionnement – Registre de risques – Modèles adaptés.

Executive summary

A captive insurance or reinsurance company is the subsidiary of an industrial, commercial or financial group that aims to insure or reinsure all or a part of the parent group risks, excluding third party risks.

A captive is legally an independent entity. The risk management techniques used between the group and its subsidiary is not a risk transfer but a complex kind of risk retention.

As these really specific structures suffer from a lack of data, they require special care.

Solvency II standard aims to adjust the prudential regime regarding these developments, to address remarks concerning Solvency I, to strengthen the single European insurance market integration and to change the philosophy. The approach based on the company's particular risk profile is one of the main characteristics of Solvency II. Member States are considering postponing the national implementation to the 31st March 2013 with application on the 1st January 2014.

This reform is based on three pillars. The first one deals with quantitative requirements, the second pillar concerns qualitative requirements and prudential supervision and the third pillar matters are public information and prudential reporting.

The second pillar is based on articles 41 to 49 of the framework directive and aims to identify institutions that may show potential insufficient financial resources regarding to their risk profile. It requires a valuation of the strategies, procedures and processes. A qualitative consideration of risks may also be implemented.

This second pillar is as important as the first one. It will complete and determine the amount of potential additional capital requirement (capital add-on).

For AGRC's customers, the implementation of the second pillar is based on:

- Global strategy and governance
- Risk management system

- Risk register
- Procedures' cartography

ORSA is a central element of the second pillar which aims to ensure company's effective risks control. It requires the introduction of control procedures and of a methodology for the valuation of risks and corresponding capital requirements.

Insurance and reinsurance companies will implement practices leading to a better control of their risks as well as their business.

Through ORSA, each insurance company will have to analyse its risks and to evaluate its capital requirements regarding to its specific risk profile, its approved limits of risk tolerance and its commercial strategy. This goes beyond the regulatory calculation imposed by the first pillar.

This work deals with the application of ORSA to non-life captives. Especially, we will focus on the calculation of the add-on capital.

For this study, the use of the proportionality principle has been a crucial point. This principle is usually applied when a valuation methodology has been chosen, allowing to the insurance or reinsurance company the flexibility to choose actuarial and statistical methodologies appropriate to fundamental risks nature, scale and complexity. The individual risk profile should be the primary guide in the determination of the need to apply the proportionality principle.

ORSA's process implemented in this study follows three steps:

- First, any risk that could affect the realisation of the objectives assigned to the captive by the parent group has to be highlighted. Through this analysis, a partial list of risks that may affect the achievement of these objectives will be presented. This section will not only be limited to QIS 5's risk, the risks related to the specificity of the captive have to be identified.
- Once the risk is established in the previous step, we will analyse if it is included in the QIS 5 and, in such a case, if the calculation is appropriate regarding to the risk underwritten by the captive. To determine if this is a proper calculation we will propose the creation of adequacy criteria enabling to judge the reliability of the calculation under the first pillar.

- When a risk is threatening the captive, that no procedure is set to reduce it, that the calculation of QIS 5 is inadequate and that the risk is considered as very important, our task will be to develop a suitable model in order to consistently take this risk into account.

To implement this process, we could have adopted an internal model or QIS 5's USP (Undertaking Specific Parameters) but their use is not reasonably conceivable for captives considering available data that does not satisfy all criteria.

Key words : Solvency 2 – Captive – Luxembourg – Non-life reinsurance – ORSA – QIS 5 – Pillar 2 implementation – Reserving – Risks register – Adapted models.

Table des matières

REMERCIEMENTS	2
RÉSUMÉ	3
EXECUTIVE SUMMARY	6
TABLE DES MATIÈRES	9
INTRODUCTION	12
CHAPITRE 1. CONTEXTE	14
1 AON GLOBAL RISK CONSULTING (AGRC)	14
2 LES CAPTIVES	16
2.1 PRÉSENTATION	16
2.2 LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT D'UNE CAPTIVE	17
3 CADRE DU PROJET SOLVABILITÉ 2	19
3.1 DE SOLVABILITÉ 1 À SOLVABILITÉ 2.....	19
3.1.1 <i>Présentation de la norme actuelle : solvabilité 1</i>	19
3.1.2 <i>Normes futures : Solvabilité 2</i>	20
3.2 SOLVABILITÉ 2.....	23
3.2.1 <i>Structure</i>	24
3.2.2 <i>Description des 3 piliers</i>	25
3.2.3 <i>ORSA: Own Risk and Solvency Assessment</i>	36
3.2.4 <i>Le principe de proportionnalité</i>	38
CHAPITRE 2. APPLICATION DE L'ORSA AUX CAPTIVES	40
1 MODÈLE INTERNE ?	40
2 UNDERTAKING SPECIFIC PARAMETERS (USP)	43
3 NOTRE PROCESSUS	45
3.1 LES QUATRE LIVRABLES CLÉS.....	45
3.2 ÉTAPE 1 : ANALYSE DES RISQUES.....	47
3.3 ÉTAPE 2 : CRÉATION DE CRITÈRES D'INADÉQUATION.....	54
3.4 ÉTAPE 3 : MODÈLES ADAPTÉS POUR LES RISQUES INADÉQUATS	54

CHAPITRE 3. ANALYSE DES RISQUES	55
1 RISQUES LIÉS À L'ACTIVITÉ D'ASSURANCE	55
1.1 RISQUE DE SOUSCRIPTION NON-VIE RÉCURRENT	55
1.1.1 <i>Prime</i>	56
1.1.2 <i>Réserve</i>	56
1.1.3 <i>Estimation dans la formule standard</i>	56
1.2 RISQUE CATASTROPHIQUE NON-VIE (CAT)	57
2 RISQUES FINANCIERS.....	59
2.1 RISQUE DE LIQUIDITÉ	59
2.2 RISQUE DE MARCHÉ.....	59
2.2.1 <i>Risque de taux d'intérêt</i>	59
2.2.2 <i>Risque d'action</i>	60
2.2.3 <i>Risque sur actifs immobiliers</i>	60
2.2.4 <i>Risque de change (devise)</i>	60
2.2.5 <i>Risque de spread</i>	61
2.2.6 <i>Risque de concentration</i>	61
2.3 RISQUE DE CRÉDIT	62
3 RISQUES OPÉRATIONNELS.....	63
3.1 PROCESSUS.....	63
3.2 SOUS-TRAITANCE	64
3.3 I.T	64
3.4 INTÉGRITÉ.....	64
3.5 LOI ET RÉGULATION.....	64
3.6 NON RESPECT DE LA POLITIQUE DE SOUSCRIPTION.....	65
3.7 CALCUL SOUS QIS 5.....	65
CHAPITRE 4. CRÉATION DE CRITÈRES D'INADÉQUATION	66
1 ABC CAPTIVE	66
1.1 BILAN.....	67
1.2 ACCEPTATIONS DE RÉASSURANCE DE LA CAPTIVE	68
1.3 PORTEFEUILLE D'INVESTISSEMENT	68
2 RISQUES LIÉS À L'ACTIVITÉ D'ASSURANCE	69
2.1 RISQUE DE PRIME.....	69
2.1.1 <i>Calcul théorique</i>	70
2.1.2 <i>Application à notre captive test</i>	71
2.2 RISQUE DE RÉSERVE	72
2.3 RISQUE CATASTROPHIQUE NON-VIE (CAT)	72
3 RISQUES FINANCIERS.....	72

3.1	RISQUE DE LIQUIDITÉ	72
3.2	RISQUE DE CONCENTRATION	72
4	RISQUE OPÉRATIONNEL	73
4.1	NON RESPECT DE LA POLITIQUE DE SOUSCRIPTION	73
	CHAPITRE 5. MODÈLES ADAPTÉS POUR LES RISQUES INADÉQUATS	74
1	INTRODUCTION AUX MODÈLES	75
1.1	PRÉSENTATION DU QIS 5	75
1.2	CHOIX DE LA MÉTRIQUE	76
2	CONSTRUCTION DES MODÈLES ADAPTÉS	77
2.1	RISQUE DE PRIME ET CATASTROPHE NON-VIE	77
2.1.1	<i>Théorie</i>	77
2.1.2	<i>Application à la captive test</i>	79
2.2	RISQUE DE RÉSERVE	101
2.2.1	<i>Théorie</i>	101
2.2.2	<i>Application à la captive test</i>	102
2.3	RISQUE DE LIQUIDITÉ	103
2.3.1	<i>Théorie</i>	103
2.3.2	<i>Application à la captive test</i>	104
2.4	RISQUE DE CONCENTRATION APPLIQUÉ AU PRÊT INTRAGROUPE	105
2.4.1	<i>Théorie</i>	105
2.4.2	<i>Application à la captive test</i>	105
2.5	NON RESPECT DE LA POLITIQUE DE SOUSCRIPTION	106
2.5.1	<i>Théorie</i>	106
2.5.2	<i>Application à la captive test</i>	107
	CONCLUSION	108
	ANNEXES	110
	ANNEXE 1 : L'ORSA ET LA LÉGISLATION	111
	ANNEXE 2 : LE PILIER II ET LES ARTICLES CLÉS DE LA LÉGISLATION	113
	ANNEXE 3 : MÉTHODE DE MACK	120
	ANNEXE 4 : MÉTHODE BOOTSTRAP ET INTERVALLE DE CONFIANCE	122
	BIBLIOGRAPHIE	124

Introduction

Face aux évolutions de l'environnement économique et technique (apparition de nouveaux risques, évolutions de techniques financières, etc...) et à la directive « Solvabilité I » de 2002 nécessaire mais insuffisante, la mise en place de la réforme Solvabilité 2 apparaît comme indispensable au bon fonctionnement des entreprises d'assurance et de réassurance.

Un des points clé du pilier 2 de Solvabilité 2 est l'ORSA (Own Risk and Solvency Assessment). L'objectif de celui-ci est d'analyser les risques et évaluer les besoins en fonds propres en tenant compte du profil de risque spécifique de l'entreprise.

Aon Global Risk Consulting a pour objectif à moyen terme d'appliquer l'ORSA à tous ses clients afin de permettre à ceux-ci d'être en conformité avec Solvabilité 2. Le but de notre étude est de mettre en place le processus ORSA adapté aux captives de réassurance non-vie qui sont des entreprises bien particulières. Notre étude est orientée sur l'aspect calcul de capital supplémentaire de l'ORSA, la prise en compte qualitative du risque n'est pas traitée.

Nous allons dans un premier chapitre, présenter le type de société visé par notre étude et le cadre du projet Solvabilité 2. Nous insisterons sur les spécificités des captives et sur la capacité de Solvabilité 2 à répondre aux critiques adressées à Solvabilité 1.

Dans un second temps, nous expliquerons nos choix dans l'application de l'ORSA aux captives. Nous aborderons tout d'abord les notions de modèle interne et d'USP (Undertaking Specific Parameters). Ensuite nous présenterons notre manière de mettre en place le pilier 2 basée sur quatre livrables clefs et les différentes étapes de notre processus ORSA.

Le troisième chapitre décrit la première étape de notre processus qui est l'analyse des risques. Cette partie vise à mettre en place une liste non exhaustive des risques menaçant la réalisation des objectifs fixés à la captive par la maison mère. Ces risques sont regroupés en trois catégories, ceux liés à l'activité d'assurance, les risques financiers et les risques opérationnels. Pour les risques pris en compte dans

le pilier 1 par la formule standard du QIS 5, nous décrivons également cette prise en compte.

Nous présenterons les critères d'inadéquation dans une quatrième partie. Pour cet exercice nous allons tout d'abord présenter une captive fictive nommée ABC Captive qui va nous servir à l'application de notre processus. Cette étape nous permet pour les risques pris en compte dans le QIS 5 de juger de l'adéquation des calculs effectués dans la formule standard par rapport au profil de risque spécifique de la captive. Ce travail sera réalisé pour certains des risques cités dans la partie précédente. Nous présenterons le critère de manière théorique avant de l'appliquer à notre captive test.

Enfin, dans une cinquième partie, nous présenterons les modèles adaptés à ABC captive pour les risques dont la prise en compte de la formule standard a été jugé inadéquate. Tout d'abord, nous présenterons le QIS 5 effectué pour notre captive test et nous argumenterons le choix de la métrique choisie. Ensuite, pour certains risques de la partie précédente, nous présenterons de manière théorique le modèle construit et son application aux données fictives de notre captive test.

Chapitre 1. Contexte

Une captive est une compagnie d'assurance ou de réassurance appartenant à un groupe industriel ou commercial dont l'activité principale n'est en général pas l'assurance. Solvabilité II demande entre autre aux compagnies de déterminer leur propre besoin en capital de solvabilité à travers le processus ORSA (Own Risk and Solvency Assessment). L'objectif du mémoire est d'adapter l'ORSA à des structures de tailles limitées comme les captives en utilisant des modèles simplifiés.

1 Aon Global Risk Consulting (AGRC)

Aon Corporation est numéro 1 mondial du courtage d'assurances et de réassurances et fait également partie des leaders mondiaux dans le domaine de la gestion des risques et du conseil en ressources humaines.

Aon Corporation a été créée en 1982, lors de la fusion de Ryan Insurance Group et de Combined International Corporation aux USA. La société regroupe dans le monde 59 000 salariés via 500 bureaux dans plus de 120 pays.

AGRC est la branche conseil du groupe AON chargée de l'accompagnement dans la conception et la mise en œuvre de solutions innovantes tout au long de la chaîne de traitement des risques. Elle constitue un réseau international et intégré de plus de 1500 professionnels de la gestion des risques basés dans plus de 70 bureaux dans le monde.

AGRC Luxembourg travail en étroite collaboration avec Aon Insurance Manager (AIM) qui assure la gestion des captives. Les principales activités sont :

- Le conseil en réassurance vie et non-vie
- Les études de faisabilité pour des captives
- La mise en place de business plan

- ...

Ce mémoire à été effectué au sein de cette entité. Ainsi les concepts développés concernent principalement les captives non-vie.

2 Les captives

2.1 Présentation

Une société d'assurance ou de réassurance captive est la filiale d'un groupe industriel, commercial ou financier qui a pour objet d'assurer ou de réassurer tout ou partie des risques du groupe, à l'exclusion des risques de tiers.

La société captive est une entité juridique propre, à ce titre, le mécanisme de couverture des risques mis en place entre le groupe et sa filiale captive ne constitue donc pas un transfert des risques mais est une forme élaborée de rétention des risques puisqu'une importante proportion des risques et des primes sera conservée au sein du groupe dans la captive.

Il existe différents types de captives, généralement catégorisés en fonction de leur taille, de leur propriétaire, de leur portée ou de leurs activités :

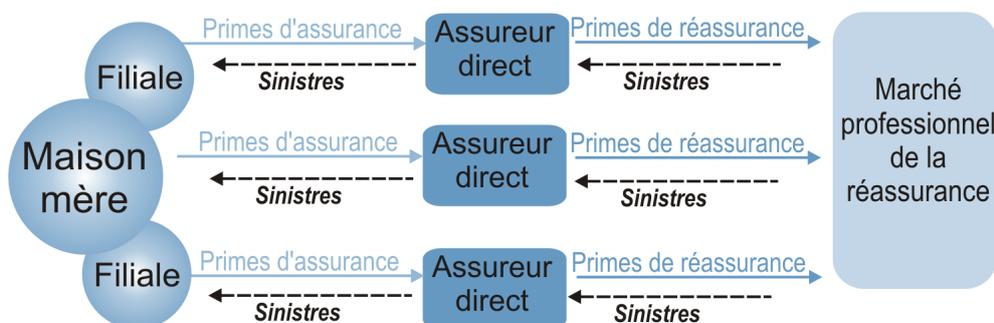
- Captive détenue par un bénéficiaire unique (captive pure) : son activité est en général limitée à la souscription des risques du groupe auquel elle appartient.
- Captive collective : constituée par un groupe d'assurés ayant des intérêts communs, elle convient par exemple à des groupes ou sociétés actifs dans le même domaine d'activité et éprouvant des difficultés à trouver sur le marché traditionnel une couverture adéquate et/ou à un coût abordable pour un ou plusieurs risques spécifiques.
- Captive à compartiments (rent-a-captive) : la captive est dans ce cas établie par un assureur ou un réassureur qui « loue » les services de la captive à différents assurés, moyennant des honoraires de gestion.
- « Protected Cell Company » (PCC) : la captive PCC, autorisée dans certains domiciles off-shore, est une forme de captive à compartiments dans laquelle les différents assurés ne sont plus « locataires » mais « propriétaires » de leur compartiment, qui est tout à fait autonome. Les avoirs de chacun sont donc juridiquement isolés.

Le transfert total du risque offre à l'entreprise un certain degré de sécurité lui permettant d'améliorer sa stabilité financière et sa perception sur les marchés. Il présente toutefois l'inconvénient majeur de générer un coût important. Pour cette raison, les entreprises adoptent progressivement une approche plus dynamique en matière de rétention. Les entreprises démontrent actuellement un intérêt croissant pour augmenter volontairement leur rétention et diminuer ainsi leurs coûts de transfert.

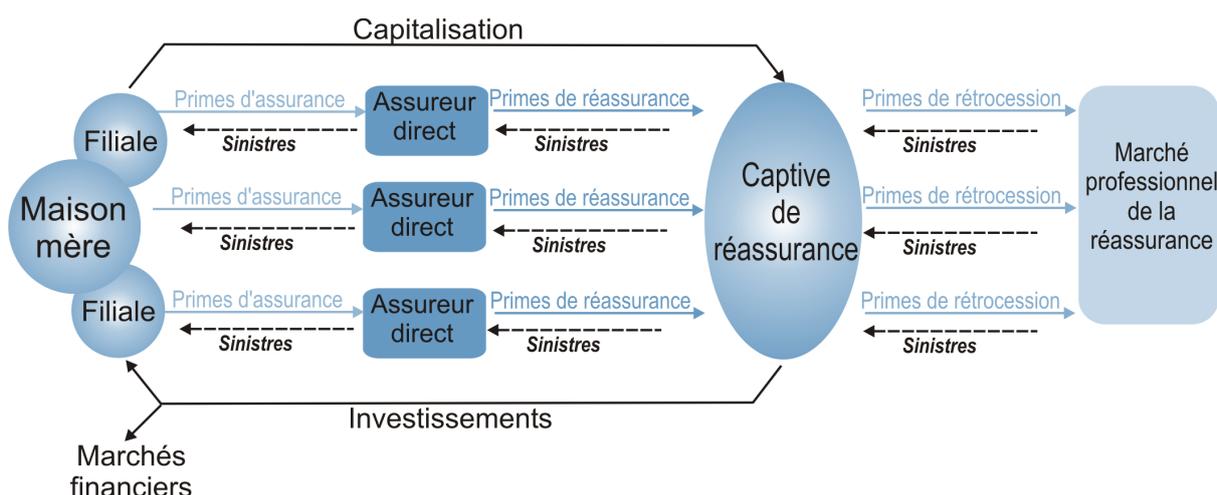
La captive est un outil parfaitement approprié pour financer une augmentation de la rétention d'une entreprise ou d'un groupe. Elle présente de multiples avantages en matière de gestion centralisée et de contrôle des risques de l'ensemble des filiales du groupe.

2.2 Les principes de fonctionnement d'une captive

Dans le schéma traditionnel d'assurance/réassurance, les différentes filiales d'un groupe souscrivent auprès de leur assureur direct des polices pour chacun des risques qu'elles souhaitent couvrir. Elles versent pour cela à l'assureur une prime fixée par ce dernier en fonction du risque couvert et en tenant compte des statistiques de sinistralité du marché. L'assureur direct se protège quant à lui en transférant une portion de ces risques, et par conséquent une partie des primes correspondantes, aux réassureurs professionnels :



Lors de la mise en place d'une captive de réassurance, celle-ci intervient comme un maillon supplémentaire dans la chaîne :



La création d'une captive permet de :

- Réduire ou stabiliser les primes d'assurance au niveau du groupe
- Conserver les bénéfices techniques d'une bonne gestion des risques
- Optimiser les flux financiers liés à la gestion des risques
- De faire face à certaines insuffisances du marché
- D'accéder directement aux réassureurs professionnels du monde entier
- D'améliorer le contrôle de la gestion des risques

Si les étapes de réflexion, d'analyse et d'étude de faisabilité sont fondamentales pour établir une captive qui soit la mieux adaptée possible aux besoins et aux objectifs du groupe, le suivi permanent et l'adaptation constante de la captive à la stratégie du groupe sont également essentiels pour assurer sa pérennité et renforcer son rôle dans la gestion et le financement des risques.

Parmi les solutions qui s'offrent à l'entreprise, la captive présente des avantages certains en matière de financement efficace des risques et de gestion des risques centralisée, tout en garantissant à sa maison-mère une certaine flexibilité financière. Pour s'inscrire dans les objectifs de sa maison-mère et pouvoir s'adapter constamment à sa situation et à l'environnement économique et assurantiel, la captive doit être envisagée dans le cadre d'une stratégie long terme et ses opérations doivent être régulièrement suivies par les dirigeants de sa maison-mère.

Dans ce mémoire, nous développerons principalement comment nous proposons d'appliquer le processus ORSA intégré dans solvabilité 2 aux captives non-vie.

3 Cadre du projet Solvabilité 2

Nous présenterons, dans cette partie, la législation en vigueur, les principales critiques adressées à Solvabilité I et la réforme Solvabilité II plus en détail.

3.1 De Solvabilité 1 à Solvabilité 2

Dans cette partie nous aborderons brièvement la norme actuelle (Solvabilité 1) pour ensuite présenter la norme future (Solvabilité 2).

3.1.1 Présentation de la norme actuelle : solvabilité 1

Solvabilité I est une réforme basée sur des provisions techniques suffisantes, des actifs sûrs, liquides et rentables et une marge de solvabilité. La marge de solvabilité disponible correspond aux actifs auxquels on retire les provisions techniques.

3.1.1.1 Calcul des exigences de marge de solvabilité en non-vie

L'exigence de marge de solvabilité peut être calculée par rapport aux primes ou par rapport aux sinistres :

Calcul par rapport aux primes

- 18% pour la part inférieure à 53,1 M€ (16% pour la tranche supérieure)
- Prise en compte de la réassurance dans la limite de 50%

Calcul par rapport aux sinistres

- 26% pour la part inférieure à 37,2 M€ (23% pour la tranche supérieure)
- Prise en compte de la réassurance dans la limite de 50%

Le montant retenu est le plus élevé des deux.

3.1.1.2 Critiques adressées à solvabilité 1

La norme Solvabilité 1 est une approche trop simpliste et mécanique du risque. La discrimination en fonction du profil global de risque y est insuffisante. En effet la différenciation du traitement par branche d'activité est très partielle, les risques associés aux placements admis en couverture des engagements ne sont pas inclus.

Solvabilité 1 souffre également d'une prise en compte très partielle des réalités des groupes et d'une harmonisation européenne limitée notamment pour le calcul des provisions techniques.

Dans le but de créer un marché unique il faut donc moderniser les règles, harmoniser les normes et homogénéiser les pratiques.

3.1.2 Normes futures : Solvabilité 2

Dans cette partie, nous allons présenter les objectifs de Solvabilité 2, le champ d'application de la norme et son calendrier d'application.

3.1.2.1 Les objectifs

Un des objectifs de Solvabilité 2 est d'adapter le régime prudentiel aux évolutions de l'environnement économique (apparition de nouveaux risques, hausse de la fréquence de certains risques, ...), de l'environnement technique (analyse des risques et modèles interne, évolution des techniques financières, ...) et du contexte historique (la directive « Solvabilité I » de 2002 était une mise à jour nécessaire mais insuffisante).

Un autre objectif de la réforme Solvabilité 2 est de répondre aux critiques de Solvabilité 1 en développant une approche fondée sur le profil de risque particulier de l'entreprise (afin de trouver un équilibre entre protection des assurés et coût du capital pour les assureurs) et en renforçant le dialogue prudentiel (pour promouvoir la bonne gestion des risques et responsabiliser les assureurs).

Le troisième objectif est de renforcer l'intégration du marché unique de l'assurance, cela passe par une révision et une harmonisation des normes et des pratiques

prudentielles en Europe, un développement de la concurrence dans l'Union Européenne et de la compétitivité à l'extérieur.

Enfin, le dernier objectif de la réforme est d'opérer un changement de philosophie. Ce changement passe par :

- Une approche législative différente structurée sur 4 niveaux (Approche Lamfalussy) :

Le processus Lamfalussy distingue les textes en différents niveaux allant de 1 à 3. Alors que les textes de niveau 1 et 2 sont des directives ou des règlements, les textes de niveau 3 sont des recommandations non contraignantes. Plus précisément, les textes de niveau 1 sont des directives adoptées par le Conseil et le Parlement fixant des principes que viendront détailler des mesures de niveau 2 adoptées par la Commission Européenne, sous le contrôle du Conseil et du Parlement.

L'EIOPA, successeur du CEIOPS depuis janvier 2011 conseille la Commission Européenne sur les aspects techniques contenus dans les textes de niveaux 1 et 2. Afin d'assurer une convergence des pratiques prudentielles et accroître la coopération entre les différentes autorités de contrôle, l'EIOPA élaborera des recommandations de niveau 3.

Assurant une certaine cohérence à l'ensemble, le niveau 4 porte sur le contrôle renforcé des infractions potentielles par la Commission Européenne.

Les échanges dans le cadre du processus Lamfalussy ont pour objectif d'assurer un dialogue permanent et transparent entre le législateur et les acteurs du marché.

Le changement passe également par l'harmonisation et la convergence des pratiques de contrôle. Ceci sera possible de part la réalisation de mêmes missions, l'utilisation de mêmes outils, la coopération, l'échange et le rôle central de l'EIOPA. Le principe de proportionnalité a lui aussi un rôle très important à jouer.

- Un régime libéral et qui se veut d'avantage économique :

Solvabilité 2 s'appuie sur une vision économique du bilan (Fair Value) et une vision globale de la situation financière de l'entreprise (« total balance sheet approach »), cette vision passe par une prise en compte de l'ensemble des éléments du bilan et hors bilan.

Ce régime porte sur tous les aspects de la vie de l'entreprise (financiers, opérationnels, administratifs, gouvernance, communication externe, etc...) et constitue une approche prospective et fondée sur le profil de risque particulier de chaque entreprise « risk oriented ».

Il passe entre autre par la reconnaissance des outils de réduction et de transfert des risques et par la notion de « substance over form » (le contenu prévaut sur la forme).

3.1.2.2 Le champ d'application de la directive

La directive s'applique à toutes les entreprises et captives d'assurance vie, non-vie et réassurance. L'article 4 exclut du champ d'application les entreprises ayant moins de 5 millions d'euros de primes émises annuelles ou des provisions techniques brutes inférieures à 25 millions d'euros. L'état membre peut toutefois décider d'appliquer Solvabilité II à ces entités, c'est une option nationale. La directive ne modifie pas le régime applicable aux conglomérats financiers.

3.1.2.3 Actualités

	2007	10 juillet - Proposition de directive L1		
SI	2008	7 octobre Parlement européen Texte L1	Avril – juillet : QIS4 Novembre : rapport européen	2 décembre Compromis Conseil ECOFIN sur L1
FR CZ SE		22 avril Vote PE sur L1	Avril – juillet – novembre 3 vagues de consultation du CEIOPS	Décembre JO du texte L1
ES BE HU	2010	1er semestre Préparation des mesures d'exécution L2 au SEG	Août – octobre : QIS5 CE élabore les mesures L2 CEIOPS élabore les recommandations L3	
PO DK CY		2011	CE adopte les mesures d'exécution L2 EIOPA adopte les recommandations L3	
IE	2012		Transposition du paquet législatif (L1 + L2 + L3)	
	2014	1er janvier = Entrée en vigueur de Solvabilité II		

Depuis le 1er janvier 2011, l'Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles (EIOPA - European Insurance and Occupational Pensions Authority) a remplacé le Comité Européen des Autorités de Contrôle des Assurances et des Pensions Professionnelles (CEIOPS - Committee of European Insurance and

Occupational Pensions Supervisors). Un comité purement consultatif devient donc à présent l'autorité de contrôle de l'UE.

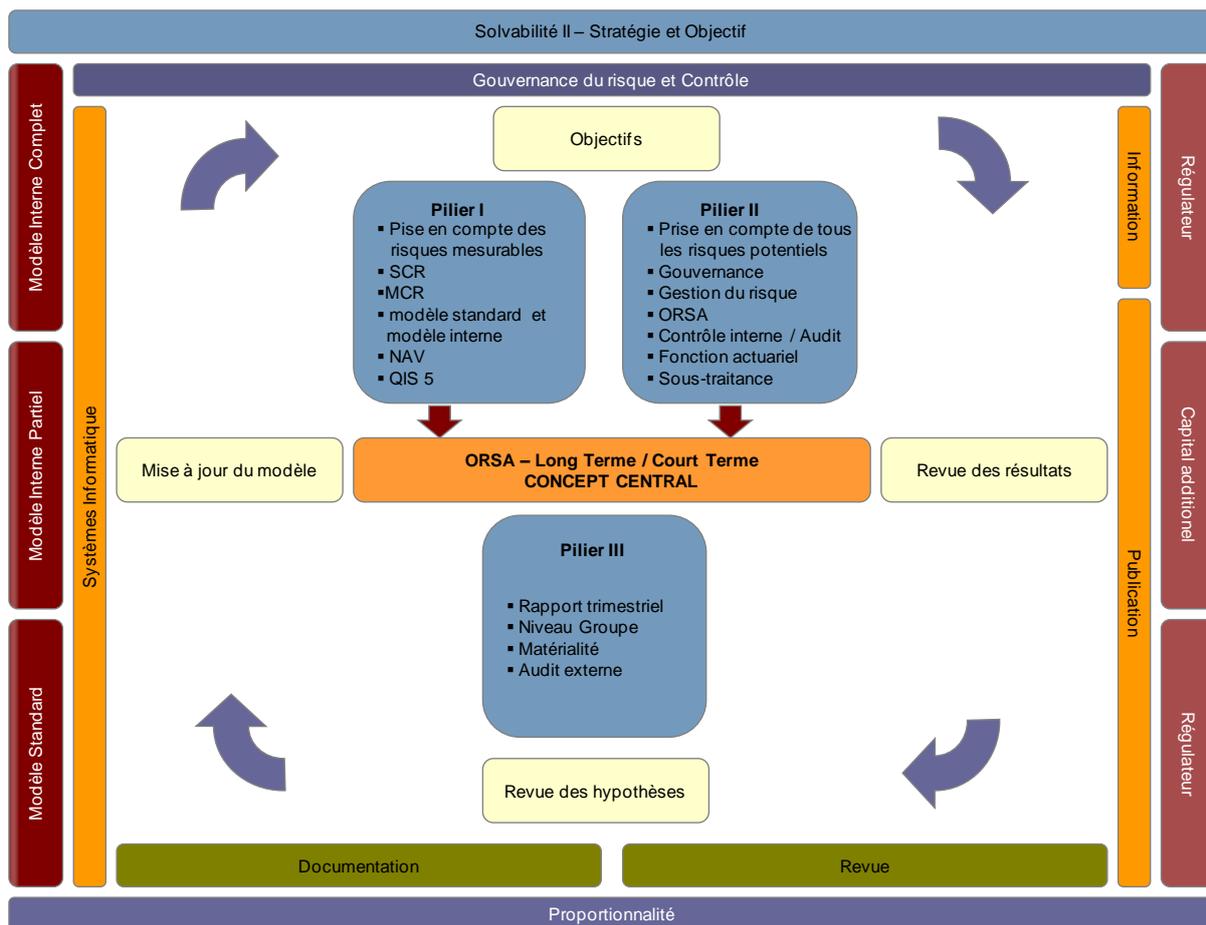
Le 19 Janvier, la Commission Européenne a proposé la directive Omnibus II suggérant des modifications à la directive Solvabilité II. Omnibus II décrit le rôle et les pouvoirs d'EIOPA, permet à la Commission Européenne d'introduire des périodes de transition pour des domaines spécifiques et reporte la transposition dans les droits nationaux.

Les discussions finales sur celle-ci sont toujours en cours actuellement et la directive ne devrait pas être adoptée par le Conseil Européen avant novembre 2011 et par le Parlement européen avant février 2012. Dans le texte Omnibus II le plus récent discuté au Conseil, les États Membres envisagent de retarder la mise en œuvre nationale au 31 Mars 2013 avec mise en place au 1er Janvier 2014. Les articles relatifs au contrôle entreraient en vigueur au 1er Juillet 2013 et les entités réglementées dont les captives devraient alors fournir à leurs autorités de contrôle "un plan d'implantation fournissant les preuves des progrès réalisés" à cette date. Il faut toutefois noter que cette proposition doit encore être discutée par le Parlement européen et n'est pas encore entérinée.

3.2 Solvabilité 2

Dans cette partie nous présenterons brièvement la structure en trois piliers de Solvabilité 2 et les principales notions nouvelles qu'elle introduit, nous ferons ensuite un focus rapide sur les résultats des captives aux QIS 5 (la 5^{ème} étude quantitative d'impact dont nous parlerons plus en détails dans la suite).

3.2.1 Structure



La Directive Solvabilité II sur laquelle le Parlement européen et le Conseil se sont mis d'accord codifie 14 directives communautaires relatives à l'exercice de l'activité d'assurance et de réassurance et définit les principes des nouvelles règles en matière de solvabilité.

La réforme est composée de trois piliers comme présenté ci-dessus. Le premier traite des exigences quantitatives, le second des exigences qualitatives et de la surveillance prudentielle et le troisième des informations publiques et du reporting prudentiel.

Pour le pilier 1, l'entreprise d'assurance ou de réassurance peut utiliser la formule standard, un modèle interne ou un modèle interne partiel.

Le pilier 2 va concerner l'analyse de tous les risques menaçant l'entreprise et l'ORSA en est un des concepts clé.

Quand au pilier 3 il vise à fournir l'information financière tant au grand public (assurés, actionnaires...) qu'aux autorités de contrôle (superviseurs) afin d'exercer leur pouvoir de surveillance.

Ces trois piliers seront présentés plus en détail dans la suite.

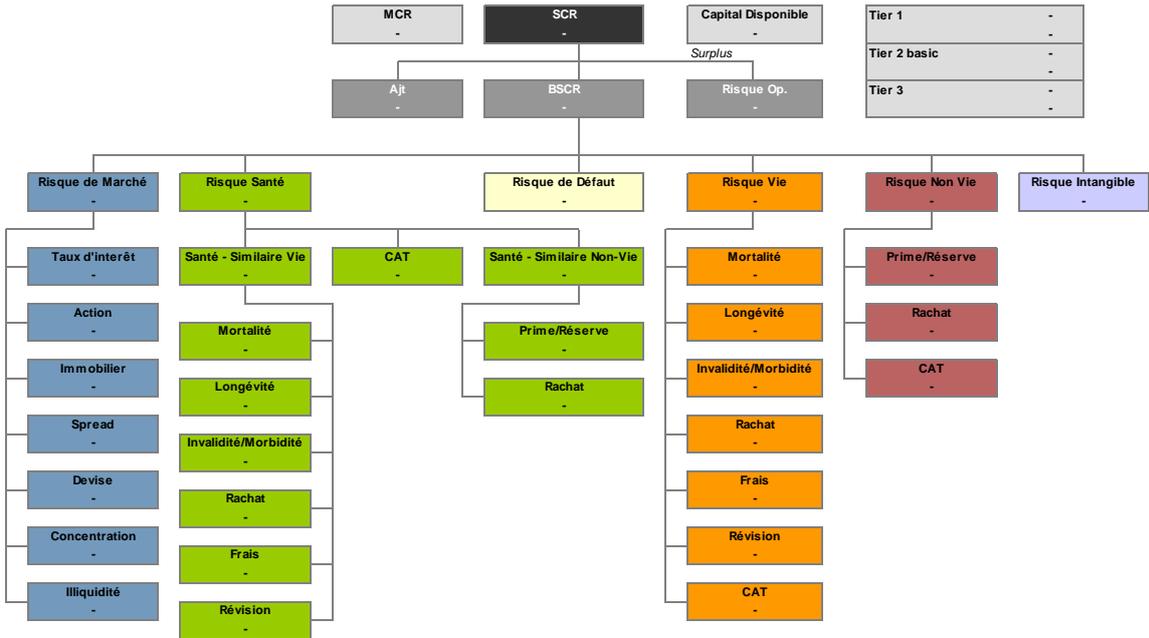
3.2.2 Description des 3 piliers

Il s'agit dans cette partie de définir plus en détail le pilier 1 (exigences quantitatives), le pilier 2 (exigences qualitatives et surveillance prudentielle) et le pilier 3 (Information publique et reporting aux autorités de contrôle).

3.2.2.1 Pilier 1 : Les exigences quantitatives

Nous allons d'abord présenter la structure du pilier 1 et nous insisterons ensuite sur les méthodes utilisées.

3.2.2.1.1 Présentation



Le SCR correspond au montant de capital requis si le Quantitative Impact Study (QIS5), tel qu'il est actuellement, entré en vigueur.

Le MCR est défini comme le niveau de capital en-dessous duquel une compagnie d'assurance ne peut pas fonctionner normalement.

Le module SCRop couvre les risques dus à l'inadéquation ou à la défaillance des procédures internes, des personnes et systèmes ou d'événements externes. Les risques de réputation et les risques découlant de décisions stratégiques ne sont pas considérés dans le Pilier I car difficilement quantifiable.

Les ajustements pour capacité d'absorption des sinistres par les provisions techniques et impôts différés reflètent la compensation des sinistres non prévus à travers la diminution des provisions techniques ou impôts différés.

Concernant l'absorption par les provisions techniques, l'ajustement prend en compte l'effet absorbeur des participations aux bénéficiaires futurs lorsque l'organisme a la possibilité de les réduire après la survenance d'une perte inattendue.

Concernant l'absorption par les impôts différés, l'ajustement reflète le changement au niveau du montant des impôts différés suite à des pertes inattendues. L'ajustement est égal à la variation des impôts différés après une perte égale à la somme du BSCR et du SCR pour le risque opérationnel.

Le BSCR combine les charges en capital pour les risques de souscription vie, non-vie et santé, le risque de défaut des contreparties, le risque de marché et le risque pour actif intangible.

Lors de l'agrégation de ces risques, des effets de diversification sont pris en compte par le biais de l'utilisation de matrices de corrélation. L'idée de base est que tous les risques ne surviennent pas simultanément. Ceci induit un BSCR inférieur à la somme des modules de risques pris individuellement.

Le SCR pour le risque de souscription vie regroupe les charges en capital associées aux risques liés aux contrats d'assurance vie (mortalité, longévité, invalidité/morbidité, rachat, frais, révision, CAT).

Le SCR pour le risque de souscription santé est composé des charges en capital pour les risques suivants :

- Risque de santé vie (engagements d'assurance santé traités par des techniques similaires à celles de l'assurance vie)

- Risque de santé non-vie (engagements d'assurance santé traités par des techniques similaires à celles de l'assurance non-vie)
- Risque de catastrophe santé

Le SCR pour le risque de souscription non-vie combine les charges en capital associées aux risques liés aux contrats non-vie (risque de prime, risque de réserves, rachat des polices futures et catastrophe).

Le risque de défaut des contreparties est lié à des pertes possibles dues à des défauts inattendus ou à la dégradation de la solvabilité d'une contrepartie.

Le module pour le risque de marché calcule la charge en capital pour les risques associés aux marchés financiers (risque de taux d'intérêt, d'action, immobilier, de spread, de change, de concentration et le risque lié à la prime d'illiquidité).

QIS 5 requiert une charge en capital pour les actifs intangibles. Les actifs intangibles sont des actifs non-monétaires qui ne peuvent pas être physiquement mesurés. Ils correspondent entre autre aux brevets, logiciels, marques.... Le risque intangible est exposé à la fois au risque de marché et au risque interne.

3.2.2.1.2 Méthodologie

Dans la suite nous présenterons les méthodes utilisées pour la valorisation et le calcul des éléments clés du pilier 1.

3.2.2.1.2.1 Etudes quantitative d'impact (QIS)

Afin de mesurer leurs implications concrètes, les directives européennes doivent faire l'objet d'une étude d'impact. Les études quantitatives d'impact (QIS) visent à mettre en évidence les répercussions du nouveau système auprès des acteurs du marché.

Ces études sont lancées par la Commission Européenne et réalisées, en pratique par l'EIOPA. C'est dans ce cadre que s'inscrit la cinquième étude d'impact (QIS 5) qui porte notamment sur les provisions techniques, le capital de solvabilité requis (Solvency Capital Requirement) et la classification des fonds propres. Il s'agit de la deuxième étude qui vise à tester les exigences quantitatives dans leur globalité et elle devrait constituer le dernier exercice complet de ce type avant la mise en œuvre effective de Solvabilité 2.

Le 14 Mars, EIOPA a publié les résultats de l'étude d'impact quantitative 5 (QIS5), dernier test du modèle standard proposé pour déterminer les exigences de capital des (ré)assureurs.

Les résultats de l'étude QIS5 seront pris en compte dans l'élaboration des normes Solvabilité II. Le projet de mise en œuvre des mesures de niveau II est en cours de préparation par la Commission qui envisage de délivrer un nouveau document de travail en Septembre 2011 et une présentation au Parlement européen en Mars 2012.

L'association européenne des propriétaires de captives d'assurance et de réassurance (ECIROA) a analysé les résultats de QIS5 pour 132 des 175 participants en étroite collaboration avec Aon et d'autres acteurs clés du marché.

L'étude montre que 34% des captives d'assurance et de réassurance ne répondraient pas au besoin de Solvency Capital Requirement (SCR), avec un ratio de solvabilité inférieur à 100%. Ce résultat varie significativement selon le domicile et est beaucoup plus élevé que le résultat moyen des compagnies non-vie. En revanche, seulement 4% des 132 captives analysées ont échoué au test du Minimum Capital Requirement (MCR). Cela montre qu'il existe encore des problèmes en termes de calibrage de la formule standard applicable aux captives.

Les principales raisons expliquant les insuffisances de SCR sont liées aux modules de risques CAT, concentration et défaut des contreparties.

Le modèle standard final correspondra en grande partie aux spécifications QIS 5, cependant sa complexité sera normalement atténuée, surtout pour les (ré)assureurs de petite taille. Les spécifications finales du modèle standard peuvent être modifiées sur certains points spécifiques jusqu'à Septembre 2012.

[3.2.2.1.2.2 La valorisation du bilan prudentiel](#)

Sous Solvabilité 2 la valorisation du bilan prudentiel se fait selon la méthode « market consistent ». Cette méthode utilise les normes comptables IFRS dont l'une des principales innovations est l'introduction du principe de valorisation en « juste valeur ». Elle permet de déterminer l'actif net « économique » de l'organisme.

La valeur d'échange pour les actifs est valorisée par l'approche « mark-to-market ». Cela consiste à valoriser un actif financier donné par son prix de marché en date de

valorisation. La logique consistant à dire qu'un actif financier doit être valorisé en valeur de liquidation, c'est-à-dire par la contrepartie en devises que l'on obtiendrait si l'on vendait cet actif sur le marché. Cette méthode est basée sur la disponibilité d'un prix de transaction et un marché actif liquide et transparent.

L'approche « mark-to-model » est utilisée pour valoriser des instruments peu ou pas liquides. Cette méthode est basée sur des informations actuelles et crédibles et l'utilisation d'hypothèses réalistes.

Il y a une interrogation sur la nécessité d'effectuer des ajustements de la valorisation à des fins prudentielles. En effet, l'illiquidité des actifs et l'incertitude sur les modèles et leurs erreurs posent problèmes.

Concernant la valeur de transfert pour les passifs, le plus souvent, en raison de l'absence de marché de portefeuille d'assurance, il n'est pas possible d'obtenir une réplication parfaite de la valeur de transfert (on dit dans ce cas là que les actifs sont « non-réplicables » ou « non-hedgeables »). La méthode de calcul est la suivante : *Valeur de transfert = Best Estimate + Risk Margin*. Les notions de Best Estimate et de Risk Margin seront développées plus loin.

3.2.2.1.2.3 La valorisation des provisions techniques

Des provisions techniques (articles 75 à 85) doivent permettre à l'entreprise d'honorer ses obligations d'assurance ou de réassurance à l'égard des assurés. Calculées sur la base de la valeur de transfert, elles représentent le montant qu'une entreprise s'attendrait à devoir payer aujourd'hui si elle transférait sur-le-champ ses droits et obligations contractuels à une autre entreprise dite de référence. Les provisions techniques correspondent à la somme d'un *Best Estimate* (valeur actuelle probable des cash-flows futurs) et d'une marge de risque calculée par la méthode dite "du coût du capital".

Il convient de noter que disparaît la notion d'actifs admissibles en couverture des provisions techniques et avec elle, les règles quantitatives s'appliquant actuellement à ces actifs. La seule règle qui s'applique est un principe dit de la "personne prudente" (*prudent person*) (articles 130 à 133) avec un chargement de capital dans le SCR.

- Principes

Les provisions techniques sous solvabilité 2 correspondent à une valeur de transfert immédiat des engagements d'assurance.

Si l'engagement est hedgeable (couvrable, totalement répliquable par des instruments financiers) les provisions techniques sont calculées comme un tout « as a whole » sans marge de risque.

Si l'engagement est non-hedgeable, les provisions techniques sont calculées comme la somme de la meilleure estimation des flux futurs « Best Estimate » et d'une Marge de Risque.

- Segmentation

Il s'agit de classer les contrats en fonction de la nature des obligations d'assurance et de faire la distinction vie/non-vie/santé. Il faut également classer les obligations en Line of Business (LoB). Les contrats doivent être désagrégés dans le respect du principe de matérialité selon le principe de « unbundling » des obligations.

Pour la valorisation du Best Estimate, il est nécessaire de déterminer les flux futurs à prendre en compte.

Le périmètre comprend l'ensemble des contrats existants, jusqu'à la date de fin d'engagement de l'assureur. Les autres éléments à intégrer dans la valorisation sont les frais, l'inflation, les participations aux bénéfices futurs (déjà attribuées aux assurés ou pas, qu'elles soient garanties ou purement discrétionnaires), toutes les options et garanties du contrat (explicites ou non, financières ou pas).

Dans un second temps, les flux futurs sont actualisés au taux sans risque (courbe de taux sans risque de base SWAP) auquel il faut ajouter une prime d'illiquidité (variable en fonction de la prédictivité du passif) et retirer un ajustement pour le risque de crédit de la courbe SWAP.

La prime d'illiquidité traduit à un instant donné l'illiquidité des marchés financiers. Cette illiquidité permettrait à un assureur d'investir volontairement dans des actifs illiquides bénéficiant d'un rendement supérieur à celui des actifs liquides dès lors que ses engagements envers ses assurés lui permettent une assez bonne prévisibilité des flux futurs et ne le forcent pas à devoir vendre les actifs illiquides de façon imprévue et dans des conditions de marché défavorables.

Il est possible d'utiliser des simplifications sous le principe de proportionnalité.

3.2.2.1.2.4 La valorisation de la Marge de Risque

La marge de risque représente le coût d'immobilisation du capital réglementaire à détenir correspondant aux engagements, jusqu'à leur extinction. Le SCR utilisé pour le calcul est le « SCR modifié » projeté et escompté (sans prime d'illiquidité) avec un risque de marché « inévitable » et la capacité d'absorption des provisions mais pas des impôts. Le taux retenu est de 6 % (coût du capital).

$$MR_j = \sum_{t=1}^T 6\% * SCR_j(t) * (1 + r_t)^{-t}$$

Le SCR est calculé au niveau de l'entité puis réalloué par Line of Business (LoB).

3.2.2.1.2.5 Solvency Capital Requirement (SCR)

Il prend en compte tous les risques potentiellement importants et raisonnablement quantifiables. Il est calculé en additionnant le capital de solvabilité requis de base (« BSCR » pour Basic Solvency Capital Requirement), le capital requis pour le risque opérationnel (« SCROp ») et les ajustements pour capacité d'absorption des sinistres par les provisions techniques et les impôts différés (« Ajt »).

Le SCR est un capital résultant d'une modélisation de besoins en capital fondée sur la réalité des risques au-delà de provisions harmonisées. Le SCR reflète le profil de risque réel de l'entreprise, compte tenu de tous les risques quantifiables, ainsi que l'incidence nette des techniques d'atténuation des risques (telle que la réassurance, l'utilisation d'instruments de couverture). Parce que susceptibles d'évoluer avec le temps, les spécifications propres à ces modules et sous-modules seront adoptées par le biais de mesures d'exécution.

Ce capital est basé sur un horizon d'un an, sur l'hypothèse de continuité d'exploitation et sur le profil de risque de l'organisme. Il représente la perte maximum possible, en termes de valeur de l'actif net sous solvabilité 2 (actifs – passifs non subordonnés) avec une probabilité de 99,5%. Cette exigence de capital correspond au montant de fonds propres à détenir pour limiter la probabilité de ruine à un an à 0,5% (soit une faillite tous les 200 ans). Dès lors que l'organisme ne couvrira plus son SCR, le superviseur devra établir un plan de redressement en concertation avec ce dernier. Il peut être calculé de plusieurs façons différentes : soit par une formule standard calibrée uniformément sur le marché européen, soit par un modèle interne

développé par l'assureur et après autorisation par le superviseur, soit par une combinaison de ces deux méthodes.

Le SCR est calculé au moins une fois par an et suivi en permanence, de même que le niveau de fonds propres admissibles. Il doit être immédiatement recalculé si le profil de risque de l'entreprise est modifié de façon significative (le superviseur peut exiger un re-calcul, dans ce cas-là).

3.2.2.1.2.6 Minimum Capital Requirement (MCR)

Le MCR représente le niveau minimal de fonds propres que l'organisme doit détenir en permanence, sous peine d'une action immédiate de l'autorité de contrôle susceptible d'entraîner un transfert du portefeuille. Il est calculé trimestriellement en trois étapes.

Le calcul trimestriel du MCR se déroule en trois étapes, tout d'abord une formule linéaire simple et facilement auditable en fonction des primes et des provisions techniques est appliquée pour obtenir le MCR linéaire. Cette première étape utilise une formule linéaire de variables observables calibrée sur la base d'une Value at Risk (VaR) quantile 80% sur un horizon d'un an.

Ensuite, un retraitement éventuel du MCR linéaire pour qu'il soit compris entre 25% et 45% du SCR est nécessaire afin d'aboutir au MCR combiné.

Enfin, l'obtention du MCR final passe par l'application d'un plancher absolu dépendant du type de l'entreprise et des risques souscrits (entre 2,2M€ et 3,2M€).

3.2.2.1.2.7 Composition des éléments de couverture (Own Funds)

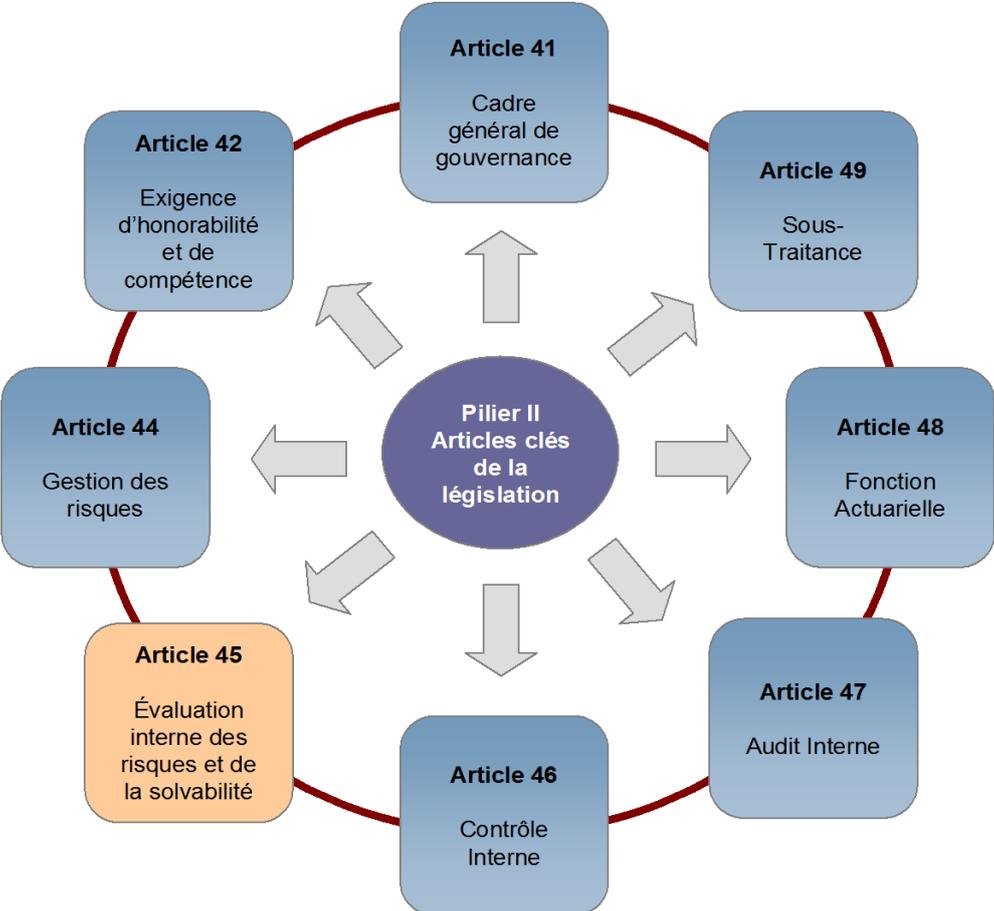
Les fonds propres (articles 86 à 99) correspondent aux ressources financières disponibles de l'entreprise qui peuvent absorber les pertes financières en cas de besoin. Ces fonds propres éligibles à la couverture du SCR et du MCR doivent être déterminés, classifiés puis éligibles. La directive distingue les « fonds propres de base » des « fonds propres auxiliaires » (ne figurant pas au bilan, ils représentent les engagements auxquels les entreprises peuvent faire appel pour accroître leurs ressources financières, tels que les rappels de cotisations et les lettres de crédit).

Les « fonds propres de base » (Basic Own Funds – BOF) figurent au bilan, ils sont composés de capitaux propres véritables (excédent des actifs par rapport aux passifs évalués selon les principes de solvabilité II) et de passifs subordonnés.

Les « fonds propres auxiliaires » (Ancillary Own Funds – AOF) ne figurent pas au bilan, ils sont composés de capital ou fonds initial inscrit et non appelé, tels que les rappels de cotisations, lettres de crédit et tout autre engagement reçu (et satisfaisant aux principes d'éligibilité). Ils représentent les engagements auxquels les entreprises peuvent faire appel pour accroître leurs ressources financières.

Les éléments de fonds propres seront classés en trois niveaux (Tier 1, Tier 2 ou Tier 3) selon leur nature et la mesure dans laquelle ils satisfont les cinq critères essentiels : subordination, absorption des pertes, permanence, caractère perpétuel et absence de charges financières obligatoires.

3.2.2.2 Pilier 2 : Exigences qualitatives et surveillance prudentielle



Un des principaux objectifs de la réglementation et du contrôle (article 27) en matière d'assurance et de réassurance est la protection des assurés. D'autres objectifs tels que la stabilité financière sont également pris en compte. Les autorités de contrôle voient leur activité soumise à des principes généraux afin de tendre vers une convergence des pratiques de contrôle : le contrôle doit être prospectif et orienté vers les risques, proportionné aux risques encourus par une entreprise ; les autorités de contrôle doivent faire preuve de transparence et rendre compte de leur activité (article 30).

Les États membres doivent veiller à ce que les autorités de contrôle soient habilitées à prendre toute mesure préventive ou corrective en vue de garantir le respect de la directive (article 34 – pouvoirs des autorités de contrôle).

Le contrôle, sur pièces ou sur place, vise à repérer les institutions qui peuvent présenter une insuffisance potentielle de ressources financières au vu de leur profil de risque, en évaluant notamment les stratégies, processus et procédures de reporting (article 36 – processus de contrôle prudentiel).

Dans des circonstances exceptionnelles (notamment si les exigences quantitatives ne reflètent pas le profil de risque de l'entreprise), les autorités de contrôle peuvent, à la suite du processus de contrôle prudentiel, imposer des exigences quantitatives supplémentaires (article 37 – *capital add-on*).

La directive indique que c'est l'organe d'administration ou de direction de l'entreprise d'assurance ou de réassurance qui assume la responsabilité du respect de ses dispositions (article 40 – responsabilité de l'organe d'administration ou de direction). L'imposition d'exigences rigoureuses en matière de gouvernance (articles 41 à 49) est une condition préalable à l'efficacité d'un régime de solvabilité, certains risques ne pouvant être maîtrisés que de cette manière. La solidité de la gouvernance revêt donc une importance critique pour la qualité de la gestion de l'assureur et pour l'efficacité du système de contrôle (article 41).

Il convient de noter que l'expression "système de gouvernance" (articles 40 à 48) recouvre un champ très large dans la directive : règles d'honorabilité et de compétence (*fit and proper*), gestion des risques, contrôle interne, audit interne, fonction actuarielle et sous-traitance. Pour impliquer la direction dans cette gouvernance, la politique de l'entreprise relative au contrôle interne et à l'audit

interne doit être écrite et faire l'objet d'une approbation par le conseil d'administration ou son équivalent. Il s'ensuit que tout changement du système doit être conforme à la politique écrite. Ce système inclut aussi l'évaluation interne du risque et de la solvabilité (ORSA – *Own Risk and Solvency Assessment*) désormais obligatoire et son résultat doit être communiqué aux autorités de contrôle. Celui-ci constitue ainsi un point clé et un outil à part entière du contrôle, nous le présenterons en détails plus loin.

3.2.2.3 Pilier 3 : Information publique et reporting prudentiel

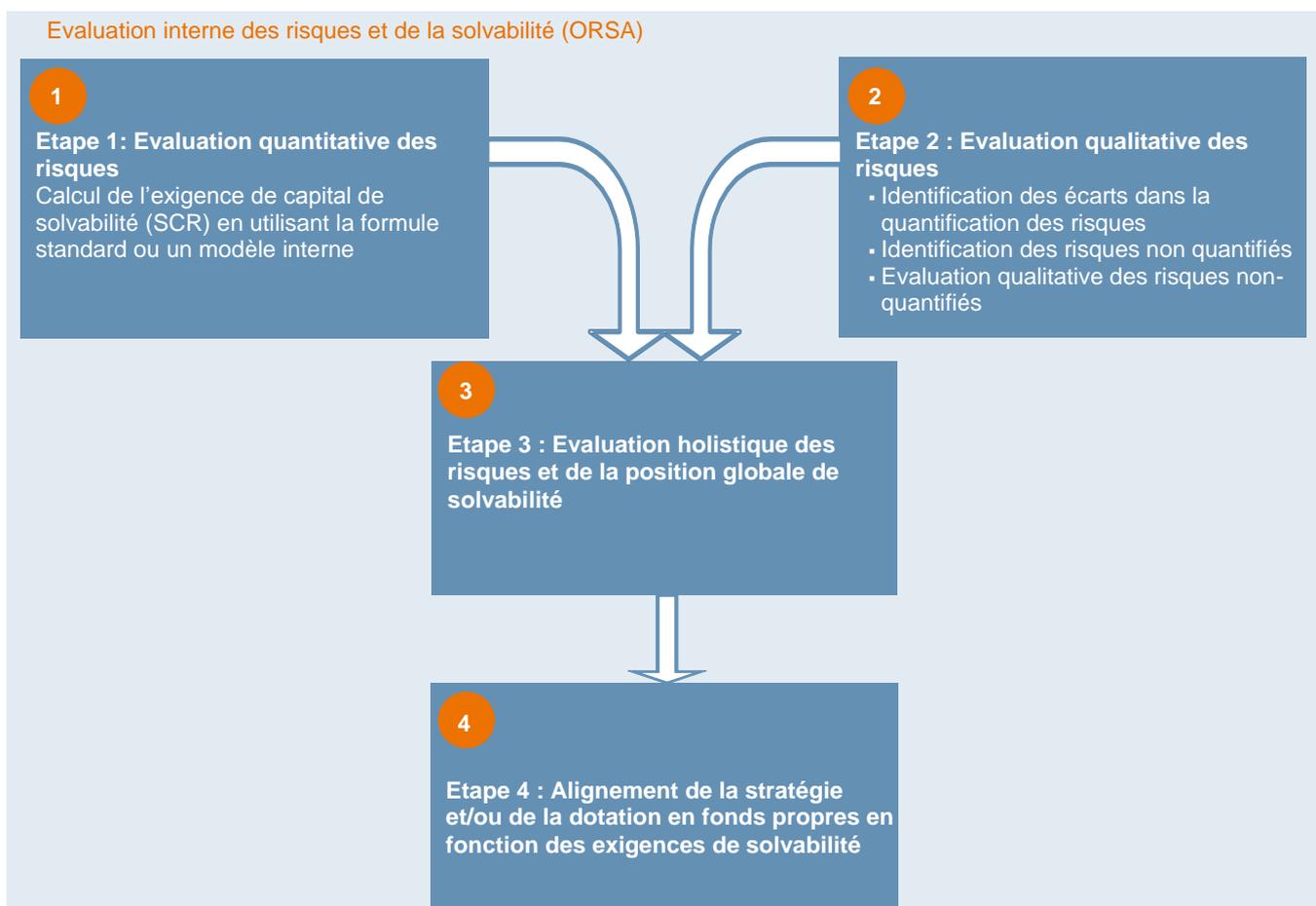
Le principe actuel de l'obligation de communiquer toute information nécessaire aux fins du contrôle est maintenu. La nouveauté est que la Commission s'engage à adopter des mesures d'exécution pour assurer une certaine convergence des états prudentiels au niveau européen. (Article 35 – informations à fournir aux fins du contrôle).

L'EIOPA a un rôle particulier à jouer dans la promotion d'une application cohérente de la directive et de la convergence des pratiques prudentielles ; l'article 70 relatif à la convergence prudentielle, stipule par conséquent que les États membres veillent à ce que les autorités de contrôle participent aux activités de l'EIOPA.

Les entreprises doivent publier un rapport annuel portant sur leur solvabilité et leur situation financière. Ce rapport doit être très complet : il ne doit pas seulement décrire mais aussi évaluer l'adéquation des choix faits par l'entreprise ; par exemple, description du système de gouvernance et évaluation de son adéquation au profil de risque particulier de cette entreprise (articles 50 à 55 – informations à destination du public).

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéresserons plus particulièrement au concept de l'ORSA.

3.2.3 ORSA: Own Risk and Solvency Assessment



Jusqu'à présent, l'attention s'est surtout portée sur le premier pilier, notamment à travers les études quantitatives d'impact (QIS – *Quantitative Impact Studies*). Il est cependant crucial de ne pas négliger le deuxième pilier, qui sera tout aussi important que le premier, le complétera et déterminera le montant de l'éventuelle exigence de fonds propres supplémentaires (*capital add-on*).

Dans la perspective d'assurer la maîtrise par les sociétés de leurs risques et veiller à leur correcte capitalisation les sociétés assujetties doivent se doter de contrôles, de procédures ainsi que d'une méthodologie d'évaluation de leurs risques et des besoins en fonds propre correspondant. Ce processus d'estimation doit se faire dans un cadre défini : l'ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment*).

La récente crise financière a souligné la nécessité de renforcer les exigences qualitatives. Il est cependant essentiel de ne pas considérer le deuxième pilier et l'ORSA en particulier comme une simple contrainte réglementaire supplémentaire. Il s'agit pour les entreprises d'assurance et de réassurance de mettre en place des

pratiques menant non seulement à une meilleure maîtrise de leurs risques, mais également à un meilleur pilotage de leur activité.

A travers l'ORSA, chaque entreprise d'assurance devra analyser ses risques et évaluer ses besoins de fonds propres en tenant compte de son profil de risque spécifique, de ses limites approuvées de tolérance au risque et de sa stratégie commerciale. Il s'agit d'aller au-delà du calcul réglementaire imposé par le premier pilier, de démontrer une compréhension aboutie et formalisée des enjeux liés aux risques variés auxquels l'entreprise est confrontée et de traduire cette analyse en termes de besoin en capital.

L'ORSA n'est pas seulement un calcul supplémentaire de capital réglementaire s'ajoutant aux calculs du premier pilier. Cependant, en tant qu'élément central du deuxième pilier, il sera un facteur-clef dans la détermination du *capital add-on* par le superviseur. Il sera donc essentiel de démontrer que les risques sont identifiés et quantifiés, et que ceci se traduit notamment par un suivi et une gestion active des besoins en fonds propres.

Il n'existe pas d'obligation de se munir d'un modèle interne. L'évaluation pourra se faire à partir de la formule standard, notamment à travers des re-paramétrages et des stress tests. Dans de nombreux cas, l'utilisation d'un modèle simple sera nécessaire afin de prendre en compte le profil spécifique de l'entreprise.

L'ORSA ne devra pas représenter un effort disproportionné pour les assureurs. L'investissement nécessaire sera de toute évidence fonction de la taille de la société et de la complexité de son activité, cependant l'effort nécessaire à un ORSA réussi sera non négligeable.

Les outils d'évaluation utilisés pour l'ORSA devront être intégrés à la gestion de l'activité, notamment dans le cadre d'une gestion active et prospective des besoins en fonds propres. L'ORSA étant, par nature et de par la réglementation, de la responsabilité de l'organe exécutif de l'entreprise, la nomination d'un sponsor au sein du top management sera un élément essentiel d'une mise en place réussie.

Cet exercice permettra entre autre de :

- Mettre en place des tableaux de bord permettant le suivi de l'activité, des risques et des besoins en fonds propres

- Définir des procédures et des outils d'allocation du capital
- Fixer des limites de risque, à différents niveaux (groupe ou filiale, agrégé ou local,...), en fonction d'une appétence au risque formalisée
- ...

Quel que soit le niveau de complexité de la modélisation, il conviendra de s'assurer que :

- Les modèles de suivi, d'analyse et de pilotage peuvent être utilisés de façon rapide et régulière, contrairement à nombre de modèles internes lourds et complexes
- Les outputs de ces modèles sont clairs et synthétiques et fournissent une aide concrète à la décision

Ces conditions sont nécessaires afin que l'exercice ne soit pas vain et superficiel, mais qu'il soit générateur de valeur ajoutée pour l'entreprise.

Afin que ce dispositif soit efficace et bénéfique mais n'implique pas une charge et des coûts démesurés, il conviendra de trouver l'équilibre entre :

- d'une part, la prise en compte de l'expérience des équipes et la mise en place de procédures tenant compte de la diversité des réalités opérationnelles
- d'autre part, l'application d'une démarche harmonisée afin de faciliter l'application et le suivi de la politique de gestion des risques

Dans le cadre de notre mémoire, nous nous limiterons à la partie calculs de capital supplémentaire de l'ORSA et nous ne traiterons pas la prise en compte qualitative de ceux-ci.

Le concept de l'ORSA sera appliqué aux captives. Celles-ci sont par essence peu complexes, limitées en termes de risques et ont des coûts de fonctionnement faibles. Le principe de proportionnalité va donc être un point fondamental dans le cas de l'application de Solvabilité 2 en général (ORSA en particulier) pour les captives.

3.2.4 Le principe de proportionnalité

Le principe de proportionnalité s'applique généralement quand une méthodologie d'évaluation est choisie, permettant à l'entreprises d'assurance ou de réassurance la

flexibilité de choisir les méthodologies actuarielles et statistiques adaptées à la nature, à l'échelle et à la complexité de ses risques fondamentaux.

Le principe de proportionnalité exige que l'entreprise d'assurance ou de réassurance puisse choisir et appliquer une méthode d'évaluation qui est :

- appropriée pour atteindre l'objectif d'établir une évaluation cohérente avec le marché selon les principes de la solvabilité II (compatibles avec les principes d'évaluation de solvabilité II)
- pas plus sophistiquée que nécessaire afin d'atteindre cet objectif (proportionné à la nature, à l'échelle et à la complexité des risques)

Ceci ne signifie cependant pas qu'une application du principe de proportionnalité est limitée aux entreprises petites et moyennes, ni que la taille est le seul facteur approprié quand le principe est considéré. Le profil individuel de risque devrait être le guide primaire pour évaluer la nécessité d'appliquer le principe de proportionnalité. De part l'incertitude d'événements futurs, la modélisation de certains flux futurs sera nécessairement imparfaite, menant à certaines incertitudes et imprécisions dans l'évaluation. Lorsque des méthodes simplifiées sont utilisées pour valoriser les provisions techniques, cela peut induire des incertitudes supplémentaires. C'est pourquoi il est important d'évaluer l'erreur de modèle résultant d'une technique d'évaluation donnée.

Chapitre 2. Application de l'ORSA aux captives

Dans sa forme la plus stricte, l'ORSA nécessite la mise en place d'un modèle propre puisque l'entreprise doit se prononcer sur l'évaluation de ses propres risques. Dans ce cadre, nous sommes en droit de nous demander pourquoi ne pas mettre en place directement un modèle interne comme rendu possible par le pilier 1.

Nous allons donc expliquer en premier lieu pourquoi un modèle interne est difficilement applicable aux captives.

Ensuite nous expliquerons pourquoi nous n'utiliserons pas les paramètres spécifiques à l'entreprise (USP) proposés par la formule standard du QIS 5.

Enfin nous présenterons notre vision de l'ORSA et la manière dont nous l'adapterons à celles-ci.

1 Modèle interne ?

Le modèle interne est traité par les articles 118 à 127 de la directive cadre de Solvabilité 2 (Directive 2009/138/CE).

Si le profil de risque de l'entreprise d'assurance ou de réassurance s'écarte significativement des hypothèses qui sous-tendent le calcul selon la formule standard, l'utilisation d'un modèle interne peut être intéressante. Pour utiliser un tel modèle, l'entreprise doit recevoir l'approbation des autorités de contrôle. Les articles intéressants dans le cadre de ce mémoire sont les suivants :

D'après l'**article 120**, il est entre autre nécessaire de démontrer que le modèle interne est utilisé (et joue un rôle important) dans le système de gestion des risques, dans le processus décisionnel et dans le processus d'évaluation et d'allocation du capital économique et du capital de solvabilité.

L'organe d'administration, de gestion ou de contrôle doit également garantir l'adéquation permanente de la conception et du fonctionnement du modèle interne et doit veiller à ce que le modèle interne continue à refléter de manière adéquate le profil de risque de l'entreprise.

L'**article 121** nous informe sur les normes de qualité statistique. Il stipule entre autre que :

- Les méthodes utilisées pour calculer la distribution de probabilité prévisionnelle sont fondées sur des techniques actuarielles et statistiques adéquates, applicables et pertinentes et elles sont cohérentes avec les méthodes utilisées pour calculer les provisions techniques
- Les méthodes utilisées pour calculer la distribution de probabilité prévisionnelle sont fondées sur des informations actuelles crédibles et sur des hypothèses réalistes
- Les hypothèses qui sous-tendent le modèle interne doivent être justifiées auprès des autorités de contrôle
- Les données utilisées aux fins du modèle interne sont exactes, exhaustives et appropriées
- Les séries de données utilisées aux fins du calcul de la distribution de probabilité prévisionnelle doivent être actualisées au moins une fois par an
- Le modèle interne couvre tous les risques importants auxquels l'entreprise est exposée

L'**article 124** concerne les normes de validation. L'entreprise doit mettre en place un cycle régulier de validation du modèle interne (suivi du fonctionnement, contrôle de l'adéquation, confrontation des résultats aux données tirées de l'expérience).

Le processus de validation permet de démontrer aux autorités de contrôle que les exigences de capital résultant du modèle interne sont appropriées. Il s'agit de tester la sensibilité des résultats produit par le modèle à une modification des hypothèses fondamentales sur lesquelles il repose et d'évaluer l'exactitude, l'exhaustivité et le caractère approprié des données utilisées dans le modèle.

L'**article 126** traite des modèles et données externes. Il stipule que l'utilisation d'un modèle ou de données provenant d'un tiers ne dispense pas de répondre aux exigences applicables au modèle interne.

L'**article 127** porte sur les mesures d'exécution. Celles-ci visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive.

Même si dans notre cas, le profil de risque de l'entreprise d'assurance ou de réassurance s'écarte significativement des hypothèses qui sous-tendent le calcul selon la formule standard, l'utilisation d'un modèle interne n'est pas raisonnablement envisageable dans le cadre des captives car les données dont nous disposons ne satisfont pas tous les critères cités précédemment.

Cependant, ces données pourront être utilisées dans le cadre de l'ORSA car il s'agit d'émettre un avis sur la situation propre à la captive.

2 Undertaking Specific Parameters (USP)

Une solution pour remédier à la mauvaise prise en compte du risque de prime et de réserve par le QIS 5 serait d'utiliser les USP (Undertaking Specific Parameters). Ce mécanisme est décrit dans la partie SCR.10 des spécifications techniques du QIS 5.

Les paramètres spécifiques de l'entreprise sont des éléments importants de la formule standard et contribuent à un capital requis plus sensible au risque et facilitent la gestion du risque de l'entreprise.

L'utilisation de ces paramètres dans le QIS 5 permet d'augmenter l'utilité des résultats du SCR et d'avoir une meilleure évaluation du risque de souscription auquel est exposée l'entreprise.

Les paramètres du risque de prime et réserve non-vie font partie des sous-ensembles des paramètres standards pouvant être remplacés par les paramètres spécifiques de l'entreprise (USP).

Plus particulièrement, les paramètres pouvant être remplacés par les USP dans le sous-module du risque de prime et réserve sont $\sigma_{(prem,LoB)}$ et $\sigma_{(res,LoB)}$ respectivement l'écart-type pour le risque de prime et pour le risque de réserve.

Ces paramètres spécifiques de l'entreprise pour le risque de prime et de réserve sont obtenus de la manière suivante :

$$\sigma_{(prem,lob)} = c * \sigma_{(U,prem,lob)} + (1 - c) * \sigma_{(M,prem,lob)}$$

$$\sigma_{(res,lob)} = c * \sigma_{(U,res,lob)} + (1 - c) * \sigma_{(M,res,lob)}$$

Avec

c = facteur de crédibilité par lob

$\sigma_{(U,prem,lob)}$ = écart-type estimé pour le risque de prime spécifique à l'entreprise

$\sigma_{(M,prem,lob)}$ = écart-type pour le risque de prime utilisée dans la formule standard

$\sigma_{(U,res,lob)}$ = écart-type estimé pour le risque de réserve spécifique à l'entreprise

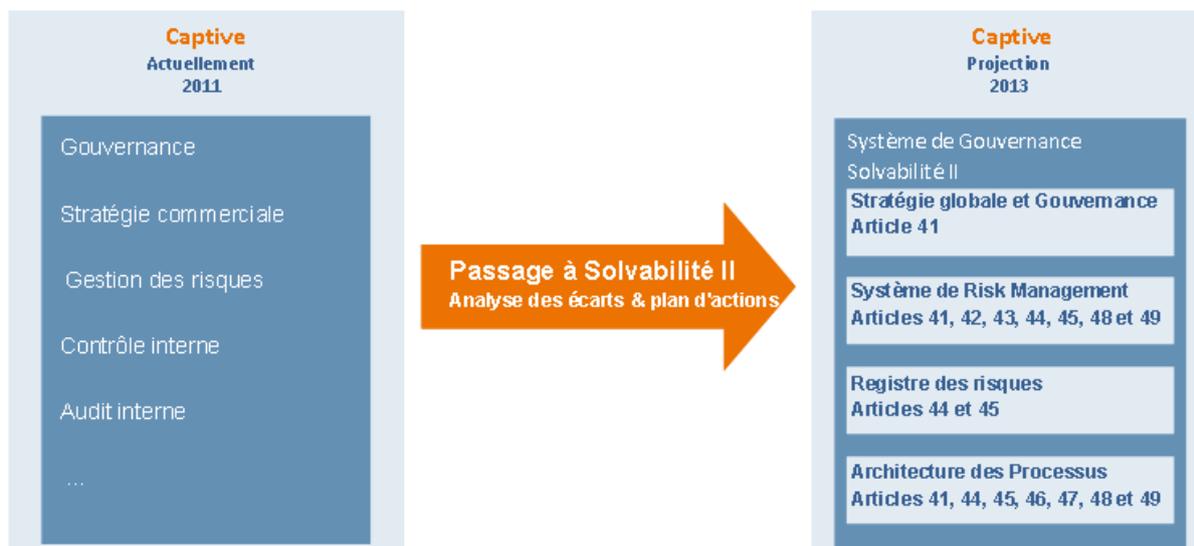
$\sigma_{(M,res,lob)}$ = écart-type pour le risque de réserve utilisée dans la formule standard

Les données utilisées dans le calcul des USP doivent respecter certains critères. En effet les USP doivent être calibrés en se basant sur des données internes de l'entreprise ou sur des données directement appropriées pour les opérations de celle-ci. Les données utilisées doivent être complètes, précises et appropriées.

Or, nous sommes en présence de structure ne nous permettant pas de respecter ces conditions, ce qui rend impossible l'utilisation des USP. Ce qui nous a amené à réfléchir à d'autres solutions pour les risques de prime et réserve.

3 Notre processus

3.1 Les quatre livrables clés



Ce schéma représente le processus mis en place par Aon Global Risk Consulting afin de mettre en place le pilier 2 de Solvabilité 2 pour ses clients. Il s'agit tout d'abord de procéder à une analyse des écarts entre l'état actuel et l'objectif à atteindre. Une fois cette analyse effectuée, l'étape suivante est d'établir un plan d'action pour réduire ces écarts.

Avant de présenter notre propre processus ORSA, il est essentiel d'exposer toute la structure pilier 2 qui à été mise en place :

Le pilier 2 s'articule sous forme de quatre livrables clés, ces quatre livrables sont fortement liés.

Le premier livrable s'intitule "**Stratégie Globale et Gouvernance**", cette étape consiste à définir les objectifs stratégiques de la captive attribués à celle-ci par la maison mère, ensuite il s'agit de mettre en évidence les objectifs de gouvernance permettant la réalisation des objectifs stratégiques. Le but de ce livrable est de fixer l'alignement externe de la captive vis-à-vis de sa maison mère et l'alignement interne permettant cet alignement externe.

Le second livrable s'intitule "**Système de Gestion des Risques**", il s'articule en quatre parties :

- Objectifs de la gestion des risques
- Appétit au risque (cette partie est développée un peu plus loin)
- Politiques de gestion des risques : cette étape passe par la définition des politiques de risque général, d'identification, de mesure, de contrôle et de transfert du risque. C'est dans cette partie que l'entreprise fixera ses limites de risques (global et par catégories de risques)
- Rôles clés et responsabilités

Les rôles devront être définis en alignement avec les politiques et responsabilités de gestion du risque.

Le troisième livrable s'intitule « **Registre de risque** », son but est de mettre en place un registre de risque qui couvre toutes les expositions au risque de la compagnie d'assurance ou de réassurance et dans notre cas de la captive en termes :

- De souscription et réserve
- De gestion actif-passif
- D'investissement
- De liquidité et concentration
- De risques opérationnels
- De réassurance

Le registre de risque permettra à l'entreprise de lister tout les risques possibles susceptibles de perturber la réalisation de ses objectifs stratégiques et de mesurer leurs impacts potentiels. Ce registre sera le principal input pour le processus ORSA.

Le quatrième livrable s'intitule « **Cartographie des processus** ». Ces quatre livrables ont comme objectifs de documenter, du début à la fin, tous les processus nécessaires à la bonne gestion de l'entreprise. L'architecture des processus doit être définie en alignement avec les objectifs de gouvernance et les politiques et responsabilités de gestion du risque.

Le principe de proportionnalité viendra influencer le niveau de granularité dans la description de chaque sous-processus à documenter.

Il est nécessaire de définir précisément les zones d'application de chaque sous-processus composant le plus bas niveau de l'architecture. Chaque processus clé doit être décomposé en plusieurs étapes venant clarifier chaque action spécifiques sous la responsabilité de chaque rôle clairement identifié.

3.2 Etape 1 : analyse des risques

Dans un premier temps, il s'agit de mettre en évidence chaque risque susceptible de menacer la réalisation des objectifs attribués à la captive par la maison mère. Cette étape est réalisée dans le livrable 3 « Registre des Risques ».

Ensuite il est nécessaire de catégoriser ces risques selon les six catégories (souscription et provisionnement, gestion actif-passif, investissements, liquidité et concentration, opérationnel, réassurance et autres techniques d'atténuation du risque) définies dans l'article 44 de la directive cadre de Solvabilité 2 traitant de la gestion des risques.

Pour finir, nous analyserons chaque risque un à un. Cette phase d'analyse comprend la description du risque lui-même et de sa prise en compte dans le QIS 5 le cas échéant.

Avant toute chose nous allons parler de la notion d'appétit au risque et de la manière de mettre en évidence l'exposition de la captive à chaque risque à l'aide d'une matrice de notation.

Dans un premier temps, nous allons décrire la notion d'appétit au risque de manière générale. Pour cela, nous nous sommes inspiré du mémoire de Xavier AGENOS « Appétit pour le risque et gestion stratégique d'une société d'assurance non-vie » présenté devant le jury du CEA en 2006. Ensuite nous présenterons notre application de cette notion aux captives.

La notion d'**appétit pour le risque** fait référence au fait de supporter le risque seulement si celui-ci a une probabilité raisonnable d'être convenablement récompensé (le risque n'est pas désiré en soi). La définition d'un niveau de prise de

risque compatible avec les objectifs de l'entreprise est un élément clé pour une gestion efficiente des risques et de la valeur. L'appétit au risque fait partie de la stratégie de l'entreprise. Celle-ci doit définir des limites de risque cohérentes avec le niveau de capital de la compagnie et la rentabilité attendue du capital par les actionnaires.

Avec Solvabilité 2, l'analyse de la solvabilité devient plus étendue et l'entreprise d'assurance ou de réassurance doit démontrer aux autorités de contrôle l'efficacité de l'ensemble de son système de gestion des risques.

La directive Solvabilité 2 et les mesures d'exécution préconisées par l'EIOPA posent la définition de la tolérance au risque comme un pré-requis indispensable pour répondre à un certain nombre d'exigence clés.

L'appétit au risque doit être articulé afin de satisfaire les intérêts de toutes les parties prenantes internes ou externes de l'entreprise, c'est-à-dire des actionnaires, des assurés, des régulateurs, des agences de notations, du management et des employés.

La définition de l'appétit au risque se fait en plusieurs étapes :

- Définition de la **capacité de prise de risque** : Cette étape consiste à évaluer la capacité maximale de risque que l'entreprise peut assumer. La capacité de prise de risque est définie comme le montant maximum de risque qui peut être supporté par l'entreprise, exprimé en montant agrégé de capital. Cette capacité est déterminée en considérant :
 - Le montant du capital disponible (en vision économique)
 - La liquidité du capital ainsi que la capacité à lever du capital
 - La qualité du capital
 - La solidité des résultats et la capacité de l'activité à générer de la valeur
- Définition de l'**appétit pour le risque** : Cette étape est définie au niveau agrégé pour l'ensemble de l'entreprise. L'appétit au risque est défini comme « *la nature et la quantité de risques que l'entreprise est prête à accepter ou tolérer afin d'accomplir sa mission et ses objectifs stratégiques, en tenant comptes des attentes des parties prenantes et leurs représentants* ». Cette définition se fait en deux étapes :

- Choix des dimensions :
 - Les dimensions de risque : Traditionnellement, les dimensions sont orientées sur les résultats, le capital, la solvabilité, le rating, la liquidité, l'image, la réputation, l'arrêt d'activité, etc...
 - Le cadre de valorisation :
 - Mesures comptables : elles permettent de prendre en compte les normes de comptabilité utilisées par l'entreprise pour sa communication financière
 - Mesures économiques : davantage pertinentes pour évaluer les risques, elles sont utilisées pour le calcul du capital économique ou pour les normes solvabilités 2 (les mesures de risques sont alors de type VaR, TailVar, probabilité de ruine, etc...)
 - Le choix du niveau de probabilité de risque : l'entreprise doit choisir un niveau de probabilité pour chaque dimension de l'appétit au risque en fonction de ses objectifs. La mesure de risque peut être calculée à un niveau de tolérance à 99,5 % sur un horizon d'un an. Un niveau de confiance plus faible ou un horizon plus long peuvent être choisis.
 - Le choix de l'horizon pour chaque dimension : il est nécessaire de définir un horizon pour chaque dimension de l'appétit au risque
- Limites de tolérance aux risques : dans cette étape, l'entreprise va définir pour chacune des dimensions les limites de tolérance aux risques permettant de spécifier son appétit au risque. Il est essentiel que les limites de tolérance choisies puissent être applicables. Les mesures utilisées sont exprimées de manière quantitative mais pour certains risques, il est possible de définir des critères qualitatifs. Pour chaque type de mesure nous donnerons quelques exemples :
 - Mesures basées sur les résultats comptables :
 - Probabilité de résultats à zéro ou négatifs (horizon 1 an ou 3-5 ans)
 - Probabilité de suspension des dividendes (horizon 1 an ou 3-5 ans)

- Mesures basées sur le capital (valeur de l'entreprise) : l'appétit pour le risque définira à la fois le niveau minimum de rentabilité ainsi que les tolérances aux risques en termes de variabilité du capital.
 - La rentabilité du capital sera supérieure ou égale à y % dans x % des cas à l'horizon d'un an
 - Probabilité d'avoir besoin d'une augmentation de capital (hormis acquisition) $\leq z$ % à l'horizon n années
- Mesures basées sur la solvabilité : les mesures de solvabilité se concentrent sur les scénarios extrêmes.
 - La probabilité de rester au dessus des exigences de solvabilité réglementaire est de x % à l'horizon d'un an
 - Le capital disponible sera supérieur à 120 % du capital économique dans au moins x % des cas à l'horizon d'un an
- Mesures basées sur le rating : l'entreprise d'assurance ou de réassurance peut afficher un objectif de capital correspondant à un niveau de notation souhaité.
 - La probabilité de maintenir le rating au niveau AA sera de z % à l'horizon de n années
 - La probabilité de subir une dégradation du rating sera inférieure à x % à l'horizon de n années

Chaque niveau de notation correspond à une probabilité de défaut d'une dette pour la notation correspondante.

- Mesures basées sur la liquidité : le niveau de liquidité est utile pour faire face aux pertes imprévues mais aussi pour financer la croissance de l'activité ou pour profiter d'éventuelles opportunités de croissance externes.
 - Ratio de liquidité $\left(\frac{\text{cash disponible}}{\text{total des actifs financiers}} ; \frac{\text{actifs mobilisables}}{\text{total des actifs financiers}} \right)$
 - Ecart de duration actif-passif définissant les seuils min/max de tolérance.

- La déclinaison de l'appétit pour le risque en **tolérance par catégorie de risque** : une fois l'appétit pour le risque déterminé, l'exercice consiste à allouer les limites de tolérance par dimensions, en tolérance par catégorie de risques (risque de marché, crédit, souscription, ...)

La **tolérance aux risques** est définie comme « le niveau de risque maximum alloué à chaque risque, déterminé en fonction de l'ampleur et les types de risques que l'entreprise est prête à tolérer afin de réaliser ses objectifs stratégiques dans le respect du cadre d'appétit pour le risque global ».

La gestion des risques doit déterminer ces tolérances par catégorie de risques de telle sorte à ce que l'agrégation de celle-ci assure que l'entreprise opère de façon cohérente avec son appétit globale et ses objectifs stratégiques.

Enfin l'entreprise doit déterminer des niveaux ou des intervalles cibles par catégorie de risque. Ces cibles sont définies comme le « niveau (ou intervalle) de risque optimal pour chaque catégorie de risque que l'entreprise souhaite prendre pour réaliser ses objectifs stratégiques et fonctionner dans le respect des limites de tolérance attribuées à chaque catégorie ». Elles sont une déclinaison du niveau optimale de risque que le management souhaite prendre et reflète la rentabilité souhaitée dans les objectifs stratégiques de l'entreprise.

Notre domaine d'étude étant limité aux captives, les limites de tolérance et les cibles ne seront pas les mêmes que pour une entreprise d'assurance ou de réassurance classique. En effet une captive n'est pas principalement créée dans le but de faire un résultat positif mais dans l'optique d'améliorer la gestion du risque de la société mère.

Dans un premier temps il faudra définir une appétence globale :

Pour une captive, l'appétit aux risque globale se définit par rapport à la dimension de la solvabilité. L'objectif est d'avoir un SCR toujours supérieur ou égale à 130 %. Ce pourcentage de SCR correspond à un niveau de solvabilité plus confortable, contrairement à un niveau de 100%, cela permet de se mettre en sécurité. Ce confort permet non seulement certaines fluctuations au niveau de l'activité mais permet aussi de rester solvable en cas de changement dans la souscription ou la sinistralité (cela rend possible la conservation de la provision pour fluctuation de sinistre PFS)

Dans un second temps il faut définir l'appétit au risque pour chaque catégorie de risque : notre étude s'appliquant aux captives en général, nous donnerons des exemples de limites.

- Risque de souscription (prime, réserve, CAT) :
 - Fixer une capacité maximum
 - Rétention maximum de 10 000 000 €
 - 10 000 000 € de capacité en rétention en RC
- Risque de marché :
 - Limite en terme de value at risk
 - Limite par type d'actif : pas plus de 20 % d'actions, entre 70 % et 80 % d'obligations et 10 % de cash
- Risque de Crédit :
 - Pas de contrepartie ayant un rating en dessous de A
 - Etablir une politique de concentration : pas plus de 10 % dans une même contrepartie.
- Risque opérationnel : Il est très difficile de mettre en place une limite pour ce type de risque, de la même façon qu'il est difficile de le quantifier. Ici il s'agira plutôt de mettre en place des mesures pour limiter les risques opérationnels au possible.
 - Pour le risque de réputation par exemple on peut mettre en place la procédure suivante : En état de crise une seule et unique personne est autorisée à communiquer afin d'éviter les contradictions et de détériorer l'image de l'entreprise.
 - En banque le risque opérationnel est limité en faisant la séparation entre back, middle et front office ce qui augmente le degré de contrôle.

Dans un premier temps, la limite de risque globale (au niveau de la captive) et les limites pour chaque catégories de risques sont déterminées au sein de la sous-partie « politiques de gestion des risques » du livrable 2 « Système de Gestion des Risques ». La définition d'un niveau de prise de risque compatible avec les objectifs de l'entreprise est un élément clé pour une gestion efficace des risques.

Ensuite il s'agit de vérifier si ces limites sont respectées pour chaque risques mis en évidence dans le livrable 3 « Registre des Risques » et d'identifier le degré d'exposition au risque de la captive (définition de zones : verte, jaune, orange, rouge selon l'exposition).

S'agissant des risques pour lesquels la limite ne serait pas respectée, la démarche consiste à noter l'exposition de la captive avant mitigation, puis dans un second temps après mitigation (si l'exposition à un certain risque n'est pas importante après mitigation, une action dans le cadre de l'ORSA ne sera pas nécessaire).

De même, si le risque en question est pris en compte de manière adéquate par la formule standard du QIS 5, il ne sera pas nécessaire d'envisager une action quelconque dans le cadre de l'ORSA

La notation globale du risque est le produit entre la probabilité d'occurrence du risque et l'impact sur la captive. La note avant mitigation met en avant l'intensité du risque sur base de l'échelle suivante :

L'échelle de notation peut varier entre 1 et 100 :

- De 1 à 10 : Risque peu élevé
- De 10 à 19 : Risque moyen
- De 20 à 30 : Risque élevé
- De 31 à 60 : Risque important
- De 61 à 100 : Risque très important

Sur base du tableau suivant :

10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Si le niveau de risque après mitigation demeure trop important, des décisions doivent être prises en termes de stratégie, d'actions à mettre en place, de responsabilité à définir et de délais à respecter.

Exemples :

- Transfert de risque
- Plan d'urgence
- Provision en capital
- Mettre en place des procédures afin de limiter le risque au maximum

3.3 Etape 2 : création de critères d'inadéquation

Une fois que le risque est avéré lors de l'étape précédente, nous analyserons s'il est pris en compte dans le QIS 5 et, le cas échéant, si le calcul est adéquat compte tenu du risque souscrit par la captive. Afin de déterminer si ce calcul est adéquat nous proposerons la création de critère d'adéquation nous permettant de juger de la fiabilité du calcul effectué sous le pilier 1.

Si la prise en compte de la formule standard n'est pas adaptée, un calcul de capital supplémentaire ou une prise en compte qualitative sera déclenché par le biais de nos travaux.

3.4 Etape 3 : modèles adaptés pour les risques inadéquats

Lorsque un risque menace la captive, qu'aucune procédure n'est mise en place pour le réduire, que le calcul du QIS 5 est inadéquat et que le risque est jugé très important, notre tâche sera de mettre en place un modèle adapté afin de prendre en compte ce risque de manière cohérente.

Chapitre 3. Analyse des risques

Nous présenterons ici une liste non exhaustive des risques pouvant menacer l'atteinte des objectifs attribués à la captive par la maison mère. Dans cette partie, nous ne nous limiterons pas seulement au risque du QIS 5, il s'agit de relever les risques liés à la spécificité de la captive.

L'analyse passe tout d'abord par la description de chaque risque, puis par la description de la méthode de calcul utilisée dans le QIS 5 (si le risque est pris en compte dans la formule standard).

1 Risques liés à l'activité d'assurance

Le risque de souscription non-vie provient des engagements d'assurance non-vie, compte tenu des périls couverts et des méthodes appliquées dans l'exercice de cette activité. Ce risque représente l'incertitude pesant sur les résultats de l'entreprise d'assurance ou de réassurance dans le cadre de leurs engagements existants et du nouveau portefeuille dont la souscription est attendue dans l'année à venir. Ce module tient compte du risque de prime et réserve, du risque de CAT et du risque de rachat (ce dernier étant négligeable dans le cadre des captives non-vie, nous ne traiterons pas ce risque).

1.1 Risque de souscription non-vie récurrent

Les risques de primes et de réserves sont considérés ensemble au sein du même module dans la formule standard.

1.1.1 Prime

Le risque de prime provient des fluctuations, de la date de survenance, de la fréquence et de la sévérité des événements assurés. Il inclut le risque que la provision pour prime devienne insuffisante pour compenser les sinistres et le risque résultant de la volatilité des frais.

1.1.2 Réserve

Le risque de réserve résulte des fluctuations des dates et des montants de règlements des sinistres.

1.1.3 Estimation dans la formule standard

Le risque de prime et réserve combiné dans le pilier 1 est pris en compte dans le QIS 5 de la manière suivante :

$$NLpr = \rho(\sigma) * V$$

Où V représente le volume de prime et de réserve, σ l'écart-type de la sinistralité et $\rho(\sigma)$ la fonction de l'écart-type combiné pour le risque de prime réserve supposant une loi logNormal de moyenne μ et d'écart-type σ .

A titre d'exemple, pour le risque Dommage la volatilité est de :

- 10 % pour le risque de prime
- 11% pour le risque de réserve

Pour le risque Responsabilité civile, la volatilité est de :

- 15 % pour le risque de prime
- 11 % pour le risque de réserve

Cet écart-type est déterminé par branche pour le risque de prime et de réserve séparément puis combiné en supposant une corrélation.

1.2 Risque catastrophique non-vie (CAT)

Le risque CAT (risque de catastrophe en non-vie) est défini comme le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance dû à l'incertitude importante, liée aux événements extrêmes ou exceptionnels, qui pèsent sur les hypothèses retenues en matière de prix et de provisionnement.

D'après le QIS5, la charge en capital pour le risque catastrophique doit être calculée en utilisant une des deux méthodes suivantes :

- Méthode 1 : scénarios standardisés ;
- Méthode 2 : méthode des facteurs.

Pour les deux méthodes, le calcul de la charge en capital pour le risque catastrophique se base sur les événements de sinistres pour lesquels la compagnie est exposée, plutôt que sur le type de branche (comme proposé sous QIS4).

Sous la méthode des scénarios standardisés, des scénarios « catastrophes naturelles » et « man-made » sont considérés. Sous les scénarios « catastrophes naturelles », la charge en capital est calculée pour chaque événement et pour chaque zone géographique en utilisant les valeurs assurées ainsi que des facteurs publiés par le CEIOPS. La charge en capital totale est l'agrégation des charges par événement et zone géographique en tenant compte d'une diversification des risques. Une approche similaire est utilisée pour les scénarios « man made », à l'exception que ces scénarios sont définis par événements uniquement.

La méthode des scénarios standardisés n'est souvent pas appropriée pour la modélisation des sinistres catastrophiques à l'extérieur de la zone EEA, pour les risques entrant dans la branche « miscellaneous insurance business » ou pour la réassurance non proportionnelle. De plus, cette méthode est très exigeante en termes de données. Celles-ci sont souvent indisponibles pour les captives et ainsi cette méthode est très peu utilisée.

Dans ce cas, la méthode des facteurs doit être utilisée. Sous cette méthode, la prime brute émise est utilisée comme mesure d'exposition au risque. Les facteurs à appliquer à cette mesure sont définis par l'EIOPA, par événement. La charge en

capital totale est l'agrégation de ces charges par événement en tenant compte d'un effet de diversification entre les risques.

Les pertes sont combinées en supposant l'indépendance des événements et une parfaite corrélation entre l'assurance directe, la réassurance proportionnelle et non proportionnelle pour la même branche d'activité.

2 Risques financiers

2.1 Risque de liquidité

Ce risque vient du fait que l'actif n'est pas tout à fait représentatif du passif. Dans notre cas, ce qui nous intéresse est le risque que l'actif soit moins liquide que le passif n'est exigible. Cela peut poser problème lorsqu'un engagement apparaît et que l'entreprise d'assurance ou de réassurance a du mal à y faire face. Ceci peut se produire plus particulièrement lors de la survenance d'un sinistre catastrophique.

Lors de la réalisation d'un tel type de risque, il y a trois solutions pour le payer : utiliser les avoirs en banque, vendre les actifs ou contracter un crédit. Les avoirs en banque sont la plupart du temps insuffisants pour couvrir le sinistre en entier. Dans le cas de ce risque où l'actif est moins liquide que le passif, la solution la plus adéquate pour la captive sera de contracter un crédit. Ainsi le calibrage de ce risque passera simplement par la détermination du coût du crédit.

Ce risque n'est pas spécifiquement pris en compte dans le QIS 5.

2.2 Risque de marché

Le risque traité dans cette partie est le risque d'un changement des prix du marché (cours des actions, immobilier, etc...) ou du taux d'intérêt. Ces changements ont une influence sur la valeur des investissements. Ce risque est traité à travers les sous-modules de risque de taux, de capitaux propres, d'actifs immobiliers, de devises, de spread, de concentration et de prime d'illiquidité du SCR tel qu'il est déterminé dans le QIS 5.

2.2.1 Risque de taux d'intérêt

Le risque de taux d'intérêt est lié à une modification possible de la courbe des taux. Un changement de la courbe des taux viendra impacter aussi bien l'actif que le passif de la société. En particulier, le passif est soumis à ce risque puisque les provisions

techniques sont actualisées en utilisant cette courbe des taux. Si les taux augmentent, le Best Estimate des provisions diminuera, ce qui procurera un gain, tandis que la valeur des investissements en obligations diminuera, ce qui donnera une perte. En conséquence, pour calculer la charge en capital du risque de taux d'intérêt, des chocs sur les taux à la hausse et à la baisse sont considérés. La charge en capital correspondra au maximum entre les deux scénarios.

La structure par termes des taux d'intérêts modifiée est obtenue en multipliant la courbe des taux d'intérêt actuelle par $(1 + s^{up})$ et $(1 + s^{down})$ selon le scénario (up ou down). Ou s^{up} et s^{down} sont respectivement les chocs ascendant et descendant.

Au final le capital requis est : $Mkt_{int} = \max(\Delta NAV_{up}; \Delta NAV_{down})$ ou NAV est la valeur nette des actifs moins les passifs.

2.2.2 Risque d'action

Ce risque est lié à la volatilité du marché des actions. Ce module de risque considère les actifs nets sujets à une baisse de la valeur des actions. La charge en capital est calculée en supposant un choc de 39% ou 49%, suivant le type d'action. Il est important de noter que ces chiffres intègrent les effets d'ajustement symétrique prévu par la directive européenne : le choc est revu suivant le cycle des actions, il sera par exemple plus fort quand le marché est en haut de cycle. Par exemple, les chocs au 31.12.2009 s'élèvent à 30% et 40%.

2.2.3 Risque sur actifs immobiliers

Ce risque est lié à la baisse de la valeur des actifs immobiliers. La charge en capital est calculée en appliquant un choc de 25% à l'actif net exposé à ce risque.

2.2.4 Risque de change (devise)

Ce risque est lié à une dégradation des taux de change. La charge en capital est calculée en supposant un choc à la hausse et à la baisse sur l'actif net de 25% sur chaque devise par rapport à la devise locale. Nous appelons « devise locale » la devise dans laquelle les comptes sont tenus. Le scénario (à la hausse et à la baisse) le plus pénalisant est sélectionné.

2.2.5 Risque de spread

Ce risque est lié à la sensibilité de l'actif net aux changements de niveau ou de volatilité des spreads de crédit (composantes des taux d'intérêts au delà du taux sans risque). La charge en capital pour ce risque est calculée pour les obligations (sauf obligations gouvernementales), produits structurés et dérivés de crédit. Le calcul se base sur les durations des obligations : plus la duration est longue, plus la volatilité est importante.

Dans le cas des captives nous sommes uniquement confrontés au risque de spread sur obligation, nous ne développerons donc pas le calcul de capital pour risque de spread sur produits structurés et dérivés de crédit.

Le choc de spread sur obligation est déterminé de la manière suivante :

$$\sum_i MV_i * duration_i * F^{up}(rating_i)$$

Où $F^{up}(rating_i)$ est une fonction de la catégorie de rating de l'exposition au risque de crédit qui est calibrée pour produire un choc cohérent avec une VaR 99,5% suite à un élargissement des spread de crédit. MV_i est la valeur de l'exposition i au risque de crédit.

Le capital requis est le maximum entre la variation de la NAV après choc et zéro.

2.2.6 Risque de concentration

Ce risque est lié à l'accumulation d'expositions envers une même contrepartie. Il est important de noter que les risques considérés dans le module de contrepartie ne sont pas inclus dans le module de concentration.

La charge en capital pour ce risque est calculée dès que l'exposition à une contrepartie dépasse un certain seuil dépendant de plusieurs paramètres. Plus précisément, il faut d'abord calculer l'exposition excédentaire :

$$XS_i = \max\left(0; \frac{E_i}{Assets_{xl}} - CT\right)$$

Avec E_i l'exposition au défaut de la contrepartie i , $Assets_{xl}$ le montant totale des capitaux considéré dans ce sous-module et CT le seuil de concentration dépendant

du rating de la contrepartie. Le capital requis est ensuite obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$Conc_i = g_i * XS_i * Assets_{xl}$$

Avec g_i un paramètre dépendant du rating de la contrepartie i .

L'agrégation est faite en assumant l'hypothèse de non corrélation entre les capitaux requis pour chaque contrepartie.

2.3 Risque de crédit

Ce risque porte principalement sur l'insolvabilité d'un réassureur ou le paiement incomplet d'un créancier. Plus généralement, il découle du défaut d'une ou plusieurs contreparties. Il est pris en compte dans les sous-modules de risque de défaut du calcul du SCR dans le QIS 5.

Le module de risque de défaut de contrepartie reflète les pertes possibles dues à défaut inattendu, ou une détérioration dans la réputation de solvabilité, des contreparties et débiteurs de l'entreprises au cours des prochains douze mois. La portée de ce module inclut l'atténuation du risque, contrats de réassurance, titrisations et dérivés, sommes recevables d'intermédiaires, ainsi que toutes autres expositions de crédit qui ne sont pas couvertes dans le sous-module de risque de spread.

Le risque de défaut des contreparties est lié à des pertes possibles dues à un défaut inattendu ou à la dégradation de la solvabilité d'une contrepartie. Sous QIS5, les contreparties ont été classifiées en deux types :

- Le type 1 qui inclut entre autres les contreparties liées à la réassurance et les avoirs en banque ;
- Le type 2 qui contient les expositions généralement non notées, comme par exemple les créances sur les intermédiaires.

Pour les expositions du type 1, la charge en capital est basée sur la notation des différentes contreparties et le montant des pertes en cas de défaut.

Pour les expositions de type 2, le calcul est basé sur le temps espéré pour recevoir les montants sous risques (plus ou moins de 3 mois).

Le calcul de capital requis pour les expositions de type 1 se fait de la manière suivante :

$$SCR_{def,1} = 3 * \sqrt{V} \text{ si } \sqrt{V} \leq 5\% * \sum_i LGD_i$$

$$SCR_{def,1} = \min(\sum_i LGD_i ; 5 * \sqrt{V}) \text{ sinon}$$

Où LGD_i représente la perte en cas de défaut de la contrepartie i et V la variance de la distribution de perte. Cette variance dépend de la probabilité de défaut de la contrepartie i (qui elle-même dépend du rating de celle-ci).

La charge de capital pour les expositions de type 2 est la variation de la *NAV* (valeur nette des actifs moins les passifs) suite à l'application d'un choc représentant 15% de la valeur totale des expositions de type 2 (exceptées les sommes recevables d'intermédiaire depuis plus de trois mois) et 90% de la valeur total recevable d'intermédiaires depuis plus de trois mois.

3 Risques Opérationnels

Ce module de risque couvre les sinistres dus à l'inadéquation ou à la défaillance des procédures internes, des personnes et systèmes ou d'événements externes. Les risques juridiques y sont inclus, par contre les risques de réputation et les risques découlant de décisions stratégiques ne sont pas considérés dans le Pilier I.

3.1 Processus

Ce risque provient des processus inefficaces et/ou inefficients au sein de la captive concernant l'assurance, la réassurance, le traitement des sinistres, les paiements, les investissements, l'administration, le reporting et le service informatique.

3.2 Sous-traitance

Ce risque provient des erreurs, du non respect des délais et de l'inachèvement dans la réalisation des tâches par les prestataires de services ou encore des processus inefficaces ou inefficients à l'échelle de ceux-ci.

3.3 I.T

Le risque d'I.T émane du manque d'intégrité, de sûreté et de continuité au sein des processus de business et d'information.

3.4 Intégrité

Ce risque provient de comportements commerciaux incorrects et préjudiciables envers une contrepartie ou encore du contrôle insuffisant de l'intégrité des mandataires et des dirigeants responsables de la gestion des sinistres, des investissements et des paiements.

3.5 Loi et Régulation

Ce risque peut provenir :

- D'une information insuffisante au sujet des derniers développements dans la législation applicable et les conditions de surveillance
- D'une conformité insuffisante aux lois, aux règlements et aux conditions de surveillance
- Du fait que les impôts ne sont pas déclarés correctement, pas payés à temps ou pas recouverts
- Du reporting financier pas fait selon la loi et les règlements

- Du fait que la captive est jugée exposée

3.6 Non respect de la politique de souscription

Ce risque provient d'un non respect de la politique de souscription par le souscripteur ou un intermédiaire.

Par exemple, un courtier qui souscrit pour 30 millions d'euro alors que sa limite annuelle de souscription a été fixée à 10 millions.

3.7 Calcul sous QIS 5

Le calcul du risque opérationnel se base sur un certain nombre de facteurs incluant les provisions pour sinistres brutes et le montant des primes. Les décisions de gestion des risques et les procédures en découlant sont prises en compte dans le Pilier II. La charge de capital pour ce risque est calculée de la manière suivante :

$$SCR_{Op} = \min(0,3 * BSCR; Op) + 0,25 * Exp_{ul}$$

$$Op = \max (Op_{premiums}; Op_{provisions})$$

Où Exp_{ul} représente les dépenses annuelles supportées pendant les 12 précédents mois dans le cadre des contrats d'assurance-vie où le risque d'investissement est supporté par les assurés (ce montant ne nous concerne pas car nous sommes dans le cas de captives non-vie), $BSCR$ le SCR de base (tel que défini dans la partie « pilier 1 » du chapitre 1), $Op_{premiums}$ fonction des primes acquises et $Op_{provisions}$ fonction des obligations d'assurance.

Chapitre 4. Création de critères d'inadéquation

Il s'agit pour chaque risque de créer un critère mathématique qui permet de déterminer si la prise en compte du risque en question dans la formule standard (QIS 5) est adaptée. Pour un risque donné, si le critère montre que la prise en compte n'est pas efficace, cela engendrera un calcul de capital supplémentaire. Dans le cadre de nos travaux, nous ne traiterons que certains des risques cités dans le chapitre 3. Il est également question ici de porter un jugement sur la solution apportée.

Nous donnerons ensuite un exemple concret en appliquant nos critères à une captive test que nous allons définir ci-dessous.

1 ABC captive

Pour des raisons de confidentialité, nous avons créé une captive de réassurance non-vie fictive que nous nommerons ABC captive. Elle a été mise en place par un grand groupe industriel pour réduire ses coûts de réassurance et de trouver des solutions adaptées à ses besoins.

1.1 Bilan

ABC captive couvre les risques Responsabilité Civile (RC) et dommage. Nous présenterons son bilan (actif et passif) en milliers d'euros pour chacun des deux risques :

Actifs	Base comptable actuelle	Principes d'évaluation QIS5	Reclass. *	Ajustement à la vraie valeur *
Investissements	58 886	32 665	- 20 000	- 6 221
Actions	9 500	11 436	-	1 936
Obligations - Gouvernementales et banques multilatérales	12 766	13 543	-	777
Obligations - Corporative	6 621	7 686	-	1 066
Parts dans des pools d'investissement	30 000	-	- 20 000	- 10 000
Dépôts bancaires à long terme	-	-	-	-
Autres investissements	-	-	-	-
Réassurance	-	-	-	-
Provisions cédées - Non-vie	-	-	-	-
Autres actifs	11 500	41 514	-	-
Créances	-	-	-	-
Impôts différés	-	-	-	-
Avoirs en banque	7 000	7 000	-	-
Dépôts bancaires à court terme	4 500	34 514	-	30 014
Coût d'acquisition différé	-	-	-	-
Autres actifs, non présentés ci-dessus	-	-	-	-
Total	70 386	74 179	- 20 000	23 793

* +: Augmentation / - Diminution

Passifs	Base comptable actuelle	Principes d'évaluation QIS5	Reclass. *	Ajustement à la vraie valeur *
Capitaux propres	10 000	10 000		
Provisions techniques - Non-vie	59 386	20 668	- 40 000	1 282
Provision pour sinistres	19 386	-	-	-
Provision pour égalisation	40 000	-	-	-
Autres passifs	-	-	-	-
Dépôts des réassureurs	-	-	-	-
Dettes des réassureurs	-	-	-	-
Impôts différés	-	12 154	-	12 154
Provisions autres que les provisions techniques	-	-	-	-
Dettes	1 000	1 000	-	-
Autres passifs, non montrés ci-dessus	-	-	-	-
Total	70 386	33 822	- 40 000	13 436

* +: Augmentation / - Diminution

1.2 Acceptations de réassurance de la captive

Le traité de réassurance d'ABC Captive est un traité non-proportionnel en excédent de sinistres. Les sinistres se rattachent par années de survenance.

Pour le risque dommage, la captive accepte 4 millions d'euros par sinistre et 20 millions d'euros maximum par an, pour une prime de 5 millions d'euros.

Pour le risque RC, son acceptation est de 200 000 euros par sinistre et 10 millions d'euros maximum par an, pour une prime de 2 millions d'euros.

Soit une limite annuelle de 30 millions d'euros.

1.3 Portefeuille d'investissement

Nous allons également décrire les caractéristiques des actions et obligation d'ABC captive. Pour ce qui est des obligations, la captive a investi dans des obligations d'état et des obligations corporatives :

No.	Nom	Nominal	Valeur Comptable	Valeur de Marché	Année de Rachat	Coupon	Devise Initiale	Pays	Rating du CEOPS
1	Oblig Corp 1	300,000	1,235,487	1,443,146	2014	7.875%	EUR		BBB
2	Oblig Corp 2	520,000	258,974	368,779	2014	4.875%	EUR		AA
3	Oblig Corp 3	350,000	1,674,896	1,927,651	2017	4.625%	EUR		AA
4	Oblig Corp 4	1,000,000	2,365,478	2,560,916	2013	1.132%	EUR		AA
5	Oblig Etat 1	2,500,000	526,493	578,645	2017	4.500%	EUR	Netherlands	AAA
6	Oblig Etat 2	1,100,000	11,789,156	12,372,810	2023	3.750%	EUR	France	AAA
7	Oblig Corp 5	400,000	456,237	599,150	2020	3.875%	EUR		A
8	Oblig Corp 6	400,000	415,987	503,717	2017	3.750%	EUR		AA
9	Oblig Corp 7	400,000	213,598	283,059	2020	4.500%	EUR		BBB
10	Oblig Etat 3	700,000	450,109	591,499	2034	5.000%	EUR	Italy	A

Concernant les actions dans lesquels ABC Captive a investi, les notations vont de A à BBB :

Emetteur	Rating du CEOPS	Valeur de Marché	Valeur Comptable	Devise Initiale
Action 1	BBB	725,220	646,854	EUR
Action 2	BBB	401,287	282,186	EUR
Action 3	BBB	1,837,024	1,368,353	EUR
Action 4	BBB	567,155	508,245	EUR
Action 5	BBB	1,617,904	1,393,357	EUR
Action 6	A	2,605,627	2,322,177	EUR
Action 7	A	514,823	402,261	EUR
Action 8	A	445,869	384,528	EUR
Action 9	A	525,370	385,312	EUR
Action 10	A	1,594,267	1,290,519	EUR
Action 11	A	601,172	516,207	EUR

2 Risques liés à l'activité d'assurance

2.1 Risque de prime

Nous présenterons d'abord la partie théorique du critère, puis son application à la captive test présentée dans la section précédente.

2.1.1 Calcul théorique

La construction du critère d'inadéquation pour risque de prime se construit en deux étapes, la première consiste à calculer un coefficient à appliquer au niveau de prime pour chaque risque de la captive. La seconde étape consiste à comparer les coefficients à appliquer au niveau de prime calculés dans le QIS 5 et ceux obtenus dans le cadre de notre étude.

Il est important de préciser que les résultats obtenus représentent uniquement le critère et ne seront en aucun cas appliqués au niveau de prime comme solution à la prise en compte inadéquate de la formule standard. Ce critère sert à mettre en évidence le manque d'adéquation du calcul du QIS 5 par rapport au profil de risque spécifique de la captive.

Pour le calcul des coefficients propres à la captive, nous avons commencé par calculer les ratios combinés pour les valeurs vues à 2010 à l'aide de la formule suivante :

$$RC_i = \frac{Ultime_i}{Prime_i}, \text{ ou } i \text{ est l'année de souscription vue à 2010}$$

Avec $Ultime_i = Sinistres Payés_i + PSAP_i + IBNR_i + Frais_i$, ou $PSAP_i$ représente la provision pour sinistres à payés de l'année de souscription i .

Ensuite il faut calculer l'écart-type s et la moyenne m de ces ratios combinés dans le but de les réutiliser comme input dans la formule standard.

Le calcul du QIS 5 suppose que les ratios combinés RC_i suivent une loi LogNormal de moyenne 100% et d'écart-type σ dépendant de la branche :

$$RC_i \rightarrow LogNormal(100\%; \sigma)$$

La formule utilisée pour déterminer la fonction de l'écart-type :

$$\rho(\sigma) = \frac{\exp\left(N_{0,995} \cdot \sqrt{\log(\sigma^2 + 1)}\right)}{\sqrt{\sigma^2 + 1}} - 1$$

Où $N_{0,995}$ est le quantile à 99,5% d'une loi normale standardisée.

Dans notre cas, nous ne supposons pas que la moyenne des ratios est de 100%, nous prendrons sa valeur observée. De même l'écart-type est déterminé en fonction des ratios observés :

$$m = E[RC_i]$$

$$s = SD[RC_i]$$

En supposant qu'ils suivent une loi Log Normal, nous obtenons :

$$RC_i \rightarrow \text{LogNormal}(\mu; \sigma)$$

Avec

$$\mu = \log(m) - 0,5 * \log\left(1 + \left(\frac{s}{m}\right)^2\right)$$

$$\sigma = \sqrt{\log\left(\left(\frac{s}{m}\right)^2 + 1\right)}$$

$$\rho(\sigma) = \exp(\mu + N_{0,995} * \sigma) - 1$$

2.1.2 Application à notre captive test

Nous disposons de sept années d'historique. Après application de la méthode ci-dessus, les résultats sont les suivants :

Risque	m	s	$\rho(\sigma)$ réel	$\rho(\sigma)$ QIS 5
Domage	67,3%	35,2%	112%	29%
Responsabilité Civile	12,6%	8,9%	-47%	45%

Nous allons ensuite construire des intervalles de confiance avec la méthode de Bootstrap (celle-ci est décrite en annexe) à partir de nos ratios combinés. Nous avons choisis un niveau de confiance de 95 %. Le nombre de simulations effectuées est de 1000.

Les intervalles de confiance obtenus à partir de nos sept années d'historique sont les suivants :

- [0,43 ; 0,91] pour le risque de Domage
- [0,68 ; 1,17] pour le risque Responsabilité Civile

2.2 Risque de réserve

Pour ce risque nous n'avons pas de critères bien définis, nous procéderons au cas par cas. Néanmoins, un modèle sera construit dans le chapitre suivant à l'aide de la méthode de Mack.

2.3 Risque catastrophique non-vie (CAT)

Dans ce cas, nous n'allons pas observer les loss ratios historiques, car nous manquons généralement de données pour le risque de CAT. Le critère de décision ici sera de comparer le capital requis calculé dans le QIS 5 à la limite annuelle ou par évènement. Il sera impossible de généraliser la méthode, nous procéderons par conséquent au cas par cas.

Si *capital requis QIS 5 < limite (annuelle ou par évènement)* un calcul de capital supplémentaire dans l'ORSA sera nécessaire au cas par cas.

3 Risques financiers

3.1 Risque de liquidité

Ce risque n'étant pas pris en compte dans le QIS 5, il n'est pas nécessaire de construire un critère d'inadéquation.

3.2 Risque de concentration

Dans ce cas, nous ne pouvons pas déduire de critères d'inadéquation mathématique et généralisés. Pour ce risque, dans le cas des captives, la plupart du temps, la contrepartie est la maison mère (la captive procède à un prêt intragroupe). Celle-ci

étant un groupe industriel, elle ne dispose souvent ni de rating ni de ratio de solvabilité. Par conséquent, le QIS 5 considère que la contrepartie a un rating de BB ou inférieur. La prise en compte du QIS 5 pour ce risque est donc inadéquate dans ce cas.

4 Risque opérationnel

4.1 Non respect de la politique de souscription

Ce risque n'étant pas pris en compte dans le QIS 5, il n'est pas nécessaire de construire un critère d'inadéquation.

Chapitre 5. Modèles adaptés pour les risques inadéquats

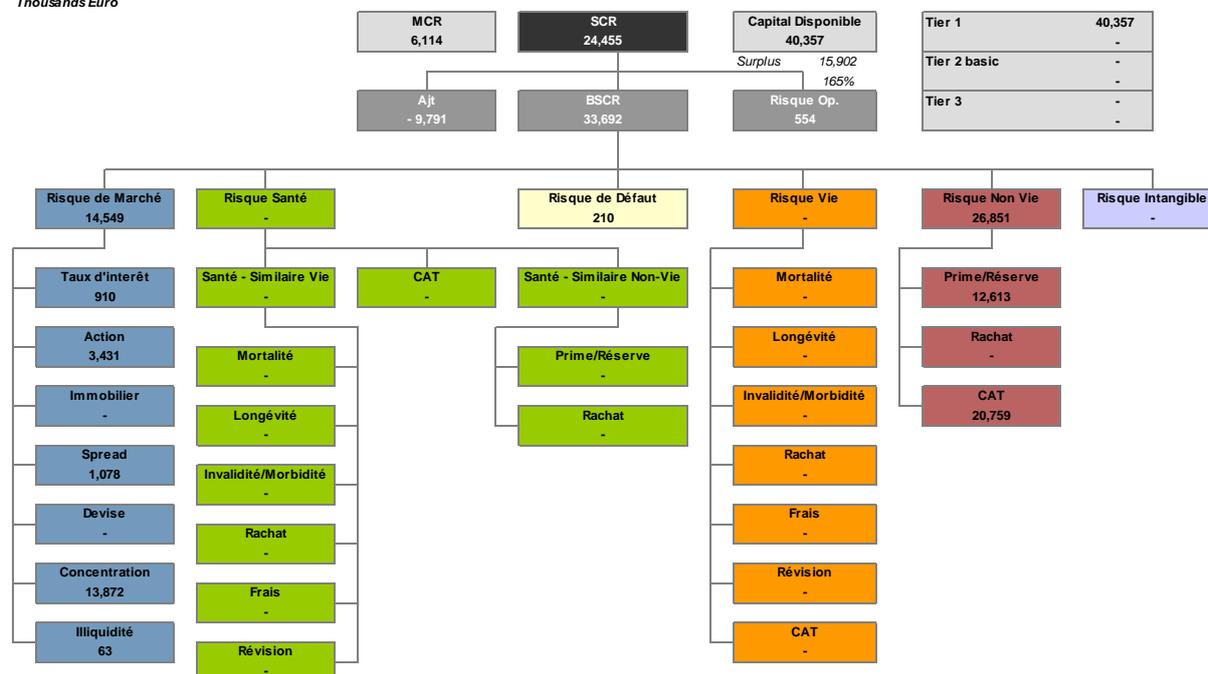
Dans ce chapitre, nous donnerons quelques exemples de solutions apportées pour les risques dont la prise en compte de la formule standard du QIS 5 à été jugée inadéquate en prenant tout d'abord bien soin de justifier la métrique utilisée pour les calculs.

Mais avant tout, nous allons présenter le QIS 5 que nous avons réalisé pour ABC captive dans le but de comparer les charges de capital recalculées avec nos modèles adaptés aux charges de capital obtenues dans le cadre de ce QIS 5.

1 Introduction aux modèles

1.1 Présentation du QIS 5

ABC - QIS 5 as at 31.12.2009
Thousands Euro



Le QIS 5 a été effectué à l'aide des outils fournis par le EIOPA, nous rappelons qu'ABC captive est couverte uniquement les risques RC et Dommage. La captive du groupe industriel ABC est une captive de réassurance non-vie, par conséquent, les modules du SCR pour les risques santé et vie sont nuls.

Les actifs intangibles (actifs non-monnaires qui ne peuvent pas être physiquement mesurés) sont exposés au risque de marché et au risque sur actifs intangibles. Dans notre cas, il n'y a pas d'actifs intangibles. Par conséquent, le module du SCR pour risque intangible est nul.

Pour le module risque de marché du SCR, la captive investit uniquement dans des obligations (d'état et corporatives) et des actions (le détail est présenté dans le Chapitre 4). Par conséquent, le risque d'actif immobilier (property) est nul. De plus, les investissements sont uniquement en euros, le risque de devise (currency) est donc lui aussi nul.

Le SCR basique (BSCR) de 33 692 068 € est calculé à l'aide des charges de capital requis pour chaque module de risque en tenant compte de facteurs de diversification entre ces risques.

Le capital éligible est de 40 357 313 €, il est classé dans le Tier 1. C'est-à-dire qu'il satisfait au maximum les cinq critères suivants : subordination, absorption des pertes, permanence, caractère perpétuel et absence de charges financières obligatoires.

Le SCR de 24 455 404 € est la somme du BSCR, de la charge de capital pour risque opérationnel et de la charge de capital pour ajustements pour capacité d'absorption des sinistres par les provisions techniques et impôts différés.

Le MCR de 6 113 851 € représente ici 25 % du SCR. Ce montant est toujours compris entre 25 % et 45 % du capital de solvabilité réglementaire.

Le ratio de couverture représentant le poids des éléments éligibles par rapport au SCR est de 165 %.

1.2 Choix de la métrique

Avant de présenter les différents modèles, il est important de justifier la métrique utilisée pour les calculs de ce chapitre. En effet, l'ORSA permet de choisir une métrique différente de celle utilisée dans la formule standard du QIS 5, c'est-à-dire une VAR (Value at Risk) à 99,5 % sur un an. Une autre possibilité est de changer l'horizon temps, de prendre par exemple une VAR 99,5 % sur trois ans.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes limités à une VAR à 99,5 % sur un an. L'utilisation de cette métrique nous facilite la comparaison entre les calculs qui ont été effectués sur notre captive test et le QIS 5 réalisé pour celle-ci. De plus les modèles construits doivent rester simples afin d'être applicables à des structures de cette taille.

Dans la section suivante, nous allons présenter la construction de certains modèles adaptés au risque d'ABC captive.

2 Construction des modèles adaptés

2.1 Risque de Prime et catastrophe non-vie

2.1.1 Théorie

Dans cette partie, nous considérerons le risque de prime et de catastrophe ensemble. Le modèle adapté est construit à l'aide d'une méthode fréquence-sévérité qui va nous aider à déterminer le 99,5^{ième} percentile adéquat au profil de risque spécifique de la captive en question.

Pour chaque risque, nous présenterons les statistiques de la fréquence et de la sévérité. Notre première étape consiste en une analyse statistique détaillée des données historiques afin de s'assurer que celles-ci sont complètes, fiables et logiques avec le périmètre de l'analyse.

L'étape suivante est une analyse statistique détaillée de la fréquence et de la sévérité de l'expérience de perte historique. Nous devons tout d'abord définir des groupes de sinistres homogènes afin de déterminer les distributions empiriques, qui serviront de base pour adapter les courbes de répartition théoriques.

La méthode consiste à traiter séparément la fréquence et la sévérité des sinistres. Tout d'abord, nous allons faire correspondre la distribution empirique de la fréquence à une répartition théorique. Ensuite nous ferons correspondre la distribution empirique de la sévérité à une répartition théorique.

Pour la détermination des répartitions théoriques, nous avons plusieurs choix de lois possibles. Nous choisirons la répartition théorique la mieux adaptée à la distribution empirique en fonction de tests d'adéquations et des graphiques des différentes distributions. Les hypothèses de ces tests sont :

H_0 : la distribution de probabilité ayant engendré l'échantillon est P

H_1 : la distribution de probabilité ayant engendré l'échantillon n'est pas P

Les tests d'adéquations utilisés sont les suivants :

- Le test du khi-deux (certainement le plus connu), le concept est de se demander si deux listes de nombre de même effectif peuvent dériver de la même loi de probabilité. La statistique du khi-deux est $\sum_{i=1}^m \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ avec O_i la i -ème valeur observée, E_i la i -ème valeur espérée et m l'effectif total. Nous choisisons la loi pour laquelle cette statistique du khi-deux est minimale.
- Le test de Kolmogorov- Smirnov, celui-ci est le plus connu des tests d'adéquations basés sur la fonction de répartition empirique. La statistique de Kolmogorov du test est la plus grande valeur absolue de la différence entre la fonction de répartition empirique et la fonction de répartition de la distribution candidate : $D_n = \sup |F_n(x) - F(x)|$ avec $F_n(x)$ la fonction de répartition empirique et $F(x)$ la fonction de répartition de la distribution candidate. Plus D_n est faible et plus la fonction de répartition empirique est proche de la fonction de répartition de la distribution candidate. Nous choisisons la distribution dont la statistique de Kolmogorov est la plus faible.
- Le test d'Anderson-Darling mesure la différence entre les deux fonctions de répartition en comparant ces fonctions sur l'intégralité de leur domaine (de $-\infty$ à $+\infty$) au lieu de s'appuyer uniquement sur une seule observation de l'échantillon et un seul point de la fonction de répartition candidate. Il est basé sur le test de Cramér-von Mises (dont la statistique est $W^2 = n \int_{-\infty}^{+\infty} (F_n(x) - F(x))^2 \cdot dF(x)$) dont la principale faiblesse vient du fait que la différence entre la fonction de répartition empirique et la fonction de répartition de référence tend vers 0 quand $x \rightarrow -\infty$ ou $x \rightarrow +\infty$. Cette statistique est donc peu sensible aux queues de distribution (représentant les événements rares). Le test d'Anderson-Darling vient améliorer celui-ci en introduisant une fonction de pondération visant à redonner leur importance aux queues de distribution. Le plus souvent cette fonction de pondération est $[F(x) \cdot (1 - F(x))]^{-1}$. La statistique d'Anderson-Darling est donc $A^2 = n \int_{-\infty}^{+\infty} (F_n(x) - F(x))^2 \cdot [F(x) \cdot (1 - F(x))]^{-1} \cdot dx$. Pour ce test comme pour celui de Kolmogorov-Smirnov, plus la valeur de la statistique est faible et plus nous serons amenés à accepter l'hypothèse H_0 .

Une fois ces répartitions théoriques déterminées, les paramètres de celles-ci seront déterminés par la méthode du maximum de vraisemblance. Ensuite il s'agira

d'effectuer des simulations à l'aide d'une technique de Monte Carlo pour déterminer le nombre de sinistres par groupe et leur montant sur l'année à venir. Ceci va nous permettre d'avoir une estimation des pertes pour chaque risque de la captive (en prenant en compte le programme de réassurance et les primes pour chaque risque de celle-ci). Nous déduirons ensuite un montant de pertes estimé et le 99,5^{ième} percentile qui nous permettra de calculer la charge de capital nécessaire pour couvrir le risque auquel est confrontée notre captive.

2.1.2 Application à la captive test

Dans cette partie, nous allons appliquer la méthodologie décrite précédemment à notre captive test. Pour cela nous utiliserons le logiciel @RISK.

2.1.2.1 Présentation des données

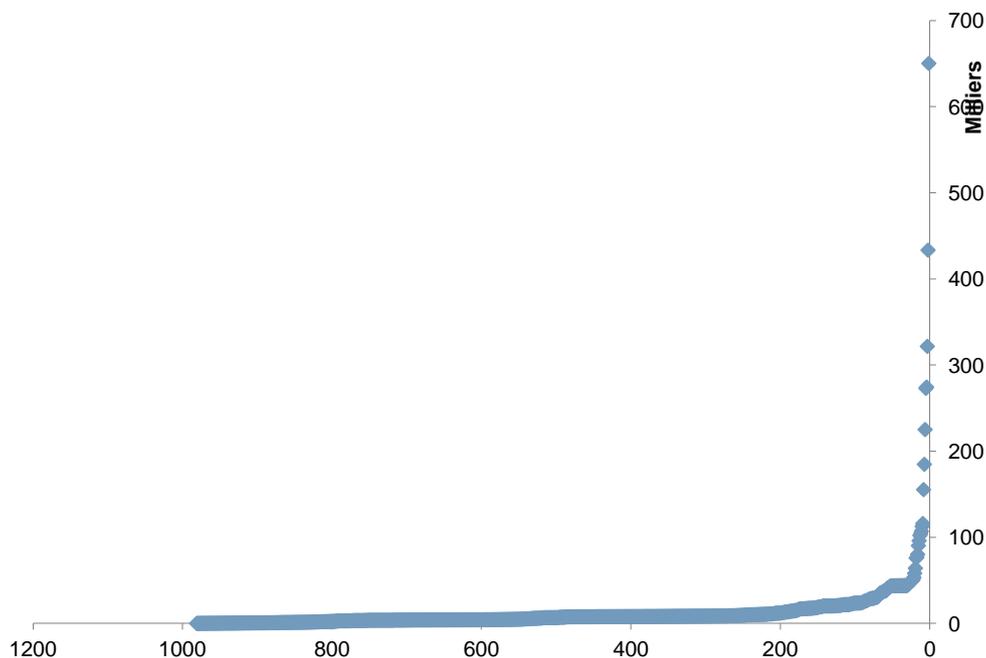
Les montants historiques ont été ajustés afin de refléter les prix actuels (en utilisant les taux d'inflation historiques de la zone européenne pour prendre en compte l'inflation sur les montants de sinistres historiques) et de prendre en compte le développement des pertes (en utilisant les facteurs de développement pour modéliser l'augmentation des sinistres dans le temps, ces facteurs dépendent de la branche d'activité).

Les sinistres de valeurs nulles ne sont pas pris en compte dans cette étude.

2.1.2.1.1 Risque RC

Les données correspondent à l'ensemble des sinistres liés au risque RC depuis la création d'ABC captive (de 2004 à 2010). Nous avons 981 sinistres allant de 8 à 650 283 €.

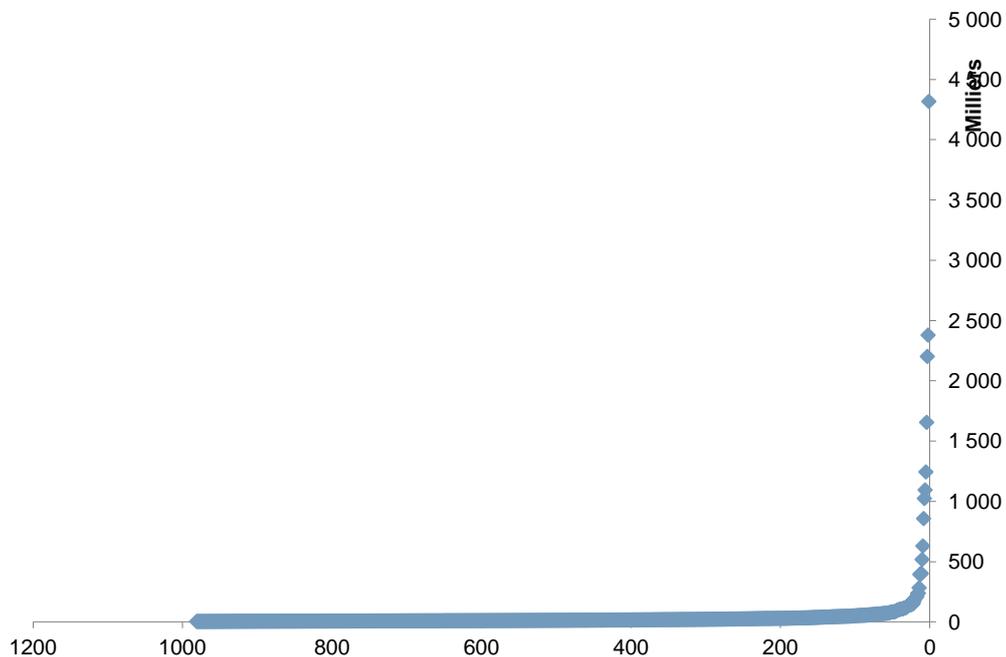
Sinistres relatifs au risque RC



2.1.2.1.2 Risque Dommage

Les données correspondent à l'ensemble des sinistres liés au risque Dommage depuis la création d'ABC captive (de 2004 à 2010). Nous avons également 981 sinistres allant de 2 430 à 4 316 011 €.

Sinistres relatifs au risque Dommage



2.1.2.2 Sévérité

Dans cette partie nous décrivons les étapes permettant de faire correspondre à la distribution empiriques de la sévérité, une répartition théorique pour les risques RC et Dommage (pour chaque groupe de sinistres homogène). Dans le cas des sinistres importants, nous manquons de données (ce qui est le problème en général pour beaucoup de captives), nous prendrons donc bien soin de choisir des lois qui prennent des valeurs infinies pour modéliser la sinistralité importante afin d'atténuer les effets négatif sur le provisionnement de ce manque de données.

Pour modéliser la sévérité des sinistres, nous utiliserons des lois continues. Les paramètres des lois ajustées sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance.

2.1.2.2.1 Risque RC

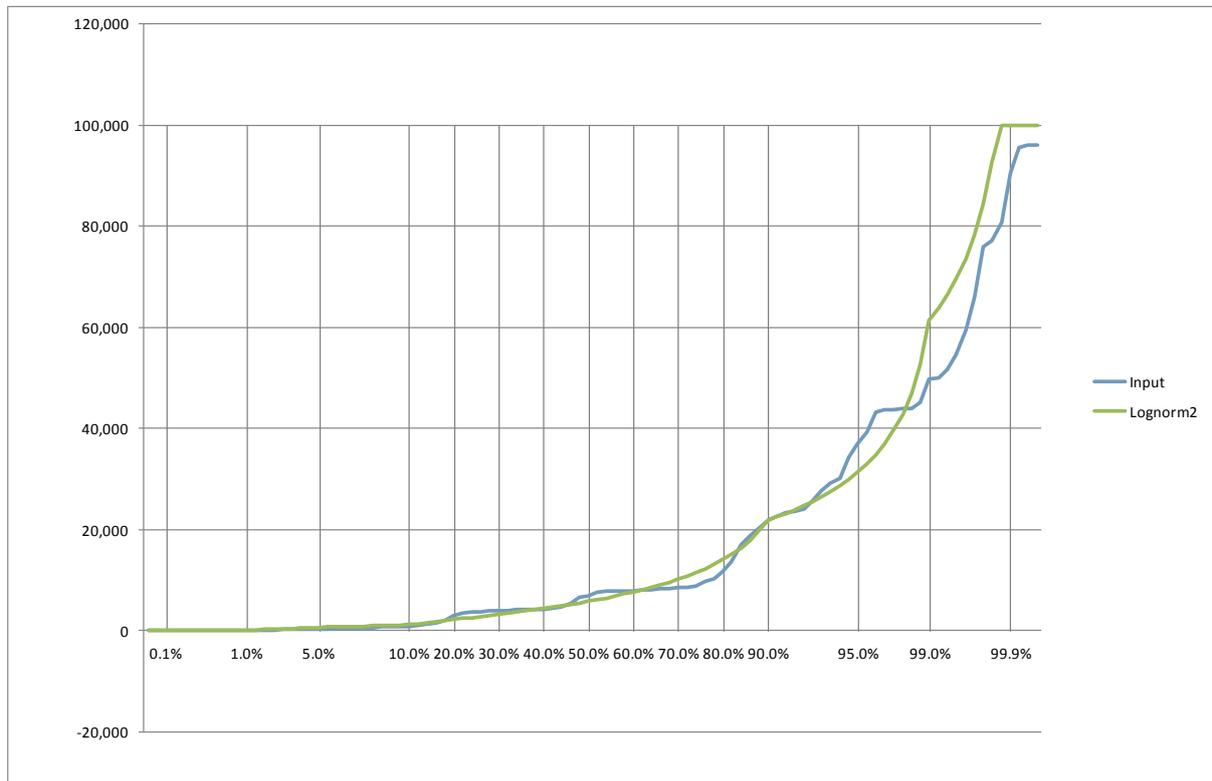
La première étape est de séparer les sinistres en groupes homogènes : le premier groupe contient les sinistres allant de 0 à 100 000 € (catégorie des sinistres attritionnels), le second contient les sinistres allant de 100 000 € à l'infini (catégorie des sinistres importants).

Pour les sinistres attritionnels, nous cherchons la distribution théorique qui correspond le mieux à la distribution empirique des sinistres :

Dans un premier temps, le tableau des statistiques nous permet de connaître les moments, les percentiles et les résultats de nos tests d'adéquation.

	Input	Lognorm	Lognorm2	LogLogistic	Pearson5
Distribution Statistics					
Minimum	8.33	- 689.98	- 689.98	- 390.72	- 2,671.71
Maximum	96,070.02	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
Mean	9,571.75	9,732.18	9,732.18	11,573.60	9,985.03
Mode	3006.9866 [est]	1,864.34	1,864.34	2,471.24	2,558.22
Median	6,784.62	5,832.27	5,832.27	5,883.43	5,879.76
Std. Deviation	11,517.64	12,989.77	12,989.77	+Infinity	19,805.40
Skewness	2.94	5.68	5.68	+Infinity	+Infinity
Kurtosis	14.61	92.37	92.37	+Infinity	+Infinity
Percentiles					
5%	386.67	636.67	636.67	728.91	633.70
10%	784.79	1,195.93	1,195.93	1,343.16	1,301.22
15%	1,400.34	1,701.07	1,701.07	1,882.37	1,859.77
20%	3,006.99	2,197.41	2,197.41	2,396.41	2,382.58
25%	3,692.30	2,704.57	2,704.57	2,907.55	2,898.32
30%	4,018.36	3,235.50	3,235.50	3,430.22	3,423.82
35%	4,111.25	3,801.35	3,801.35	3,976.39	3,971.97
40%	4,320.43	4,413.52	4,413.52	4,557.91	4,554.86
45%	5,006.96	5,085.10	5,085.10	5,188.12	5,185.58
50%	6,783.87	5,832.27	5,832.27	5,883.43	5,879.76
55%	7,754.24	6,676.10	6,676.10	6,665.39	6,657.52
60%	7,946.51	7,645.43	7,645.43	7,563.99	7,546.26
65%	8,153.62	8,781.55	8,781.55	8,623.22	8,585.49
70%	8,459.78	10,146.83	10,146.83	9,911.68	9,835.52
75%	9,199.04	11,841.79	11,841.79	11,544.29	11,395.11
80%	11,781.01	14,042.95	14,042.95	13,733.08	13,441.54
85%	17,643.10	17,101.23	17,101.23	16,927.03	16,337.54
90%	21,900.16	21,866.68	21,866.68	22,312.67	20,998.52
95%	37,315.91	31,375.60	31,375.60	34,768.01	30,923.18
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		725.32	725.32	729.94	733.89
P-Value		-	-	-	-
Anderson-Darling Test					
A-D Statistic		10.91	10.91	10.46	9.60
Kolmogorov-Smirnov Test					
K-S Statistic		0.101	0.101	0.09	0.091

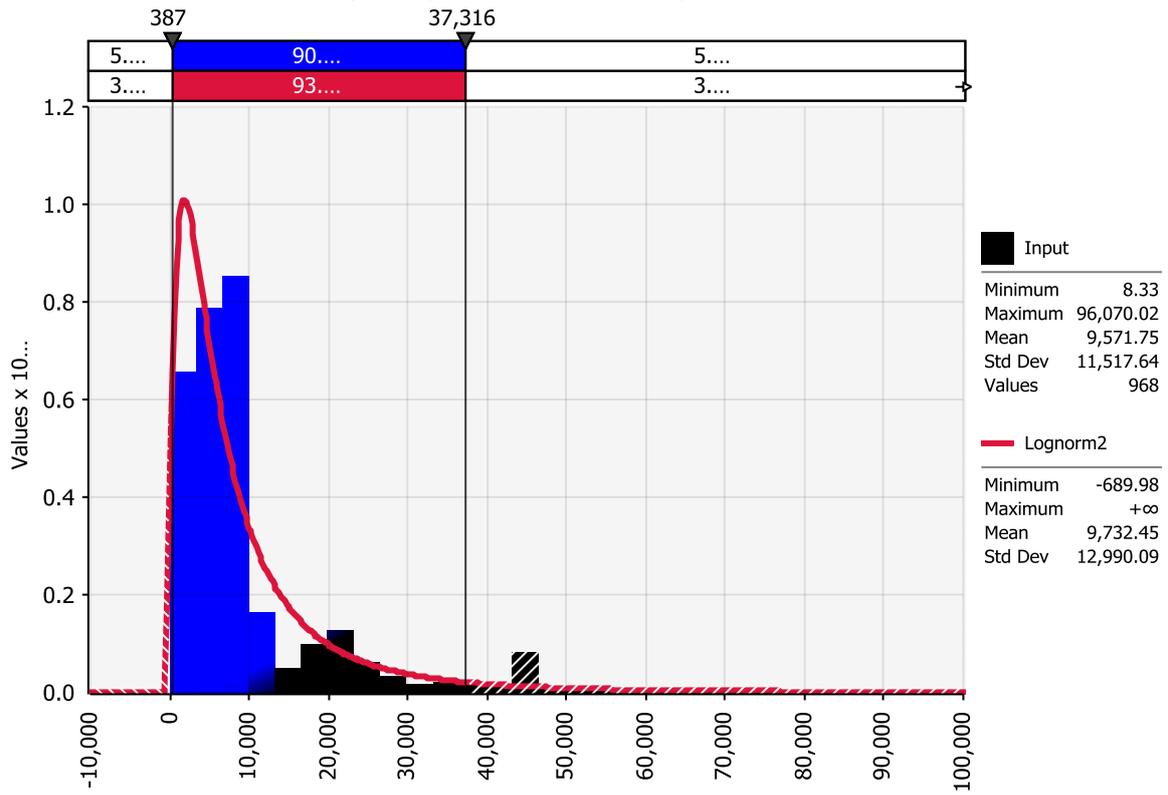
Ensuite, le graphique viendra mettre en évidence et confirmer l'adéquation de la loi choisie avec la distribution empirique. Dans le cas de la sévérité, une comparaison graphique entre la distribution empirique et la distribution théorique sera faite :



D'après ces résultats, la distribution théorique qui se rapproche le plus de la distribution empirique est la loi LogNormal2 de paramètres $\mu = 8,7830$ et $\sigma = 0,96821$.

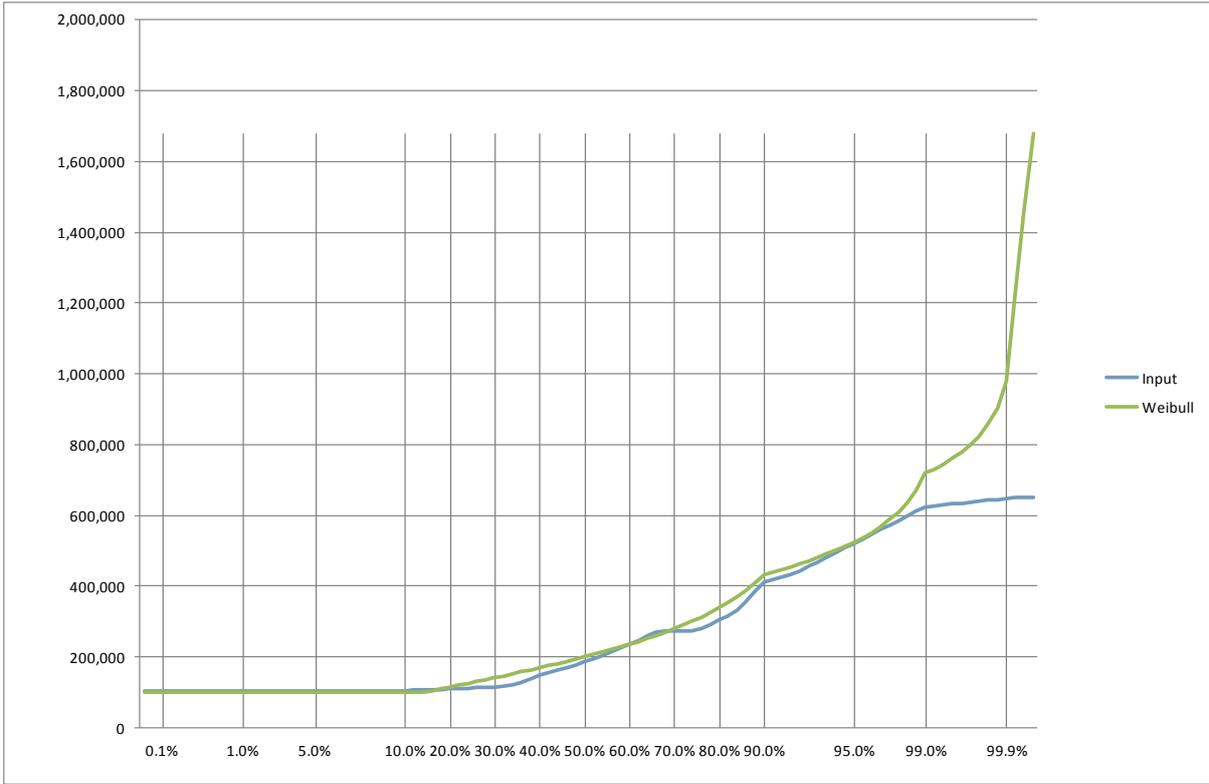
Fit Comparison for sévérité attritionn...

RiskLognorm2(8.7830,0.96821,RiskShift(-689.9...

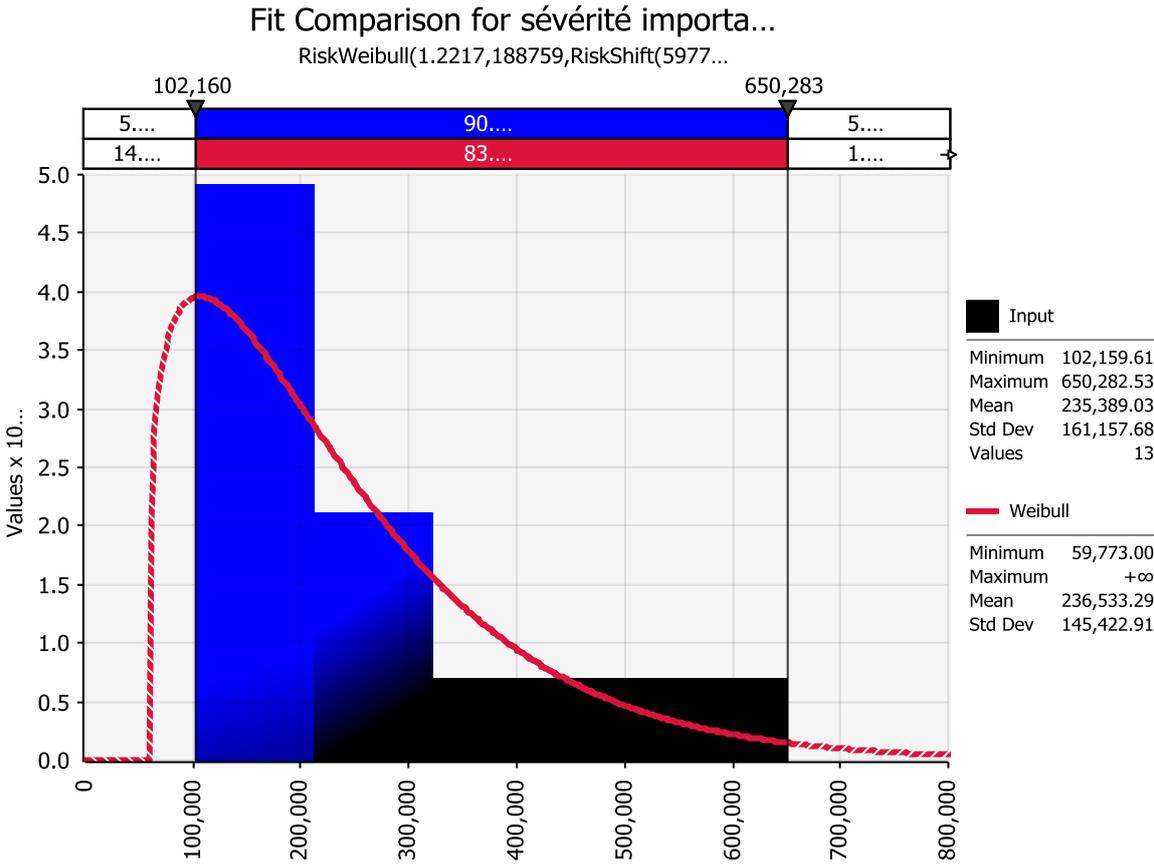


Pour les sinistres importants, la démarche est exactement la même :

	Input	Weibull	Lognorm	Lognorm2	Normal
Distribution Statistics					
Minimum	102,159.61	59,773.67	102,078.99	102,078.99	-Infinity
Maximum	650,282.53	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
Mean	235,389.03	236,533.65	702,066.50	702,066.50	235,389.03
Mode	104409.5879 [est]	106,466.76	102,185.56	102,185.56	235,389.03
Median	184,752.60	199,610.53	135,804.93	135,804.93	235,389.03
Std. Deviation	161,157.68	145,420.25	10,656,957.19	10,656,957.19	161,157.68
Skewness	1.62	1.48	5,656.96	5,656.96	-
Kurtosis	5.73	6.04	10,096,584,576.89	10,096,584,576.89	3.00
Percentiles					
5%	102,159.61	76,372.25	102,730.51	102,730.51	- 29,691.77
10%	104,041.29	89,693.13	103,636.79	103,636.79	28,857.15
15%	104,041.29	102,433.59	104,884.02	104,884.02	68,359.83
20%	107,027.87	115,072.22	106,555.54	106,555.54	99,755.30
25%	112,567.21	127,853.67	108,764.04	108,764.04	126,689.83
30%	112,567.21	140,951.26	111,662.11	111,662.11	150,877.86
35%	116,035.61	154,515.77	115,458.39	115,458.39	173,291.68
40%	155,354.86	168,698.00	120,442.72	120,442.72	194,560.20
45%	155,354.86	183,664.14	127,025.93	127,025.93	215,137.74
50%	184,752.60	199,610.53	135,804.93	135,804.93	235,389.03
55%	225,134.42	216,781.94	147,673.32	147,673.32	255,640.32
60%	225,134.42	235,498.19	164,018.41	164,018.41	276,217.86
65%	273,049.72	256,196.67	187,093.18	187,093.18	297,486.38
70%	274,414.78	279,506.48	220,770.95	220,770.95	319,900.20
75%	274,414.78	306,388.91	272,225.65	272,225.65	344,088.23
80%	321,756.09	338,434.03	356,167.26	356,167.26	371,022.76
85%	433,480.79	378,585.30	507,578.89	507,578.89	402,418.23
90%	433,480.79	433,357.92	832,240.31	832,240.31	441,920.91
95%	650,282.53	523,150.91	1,847,908.01	1,847,908.01	500,469.83
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		0.62	1.08	1.08	1.08
P-Value		0.74	0.58	0.58	0.58
Anderson-Darling Test					
A-D Statistic		0.43	0.57	0.57	0.85
Kolmogorov-Smirnov Test					
K-S Statistic		0.1808	0.1909	0.1909	0.2042



La loi choisie pour modéliser la sinistralité importante dans le cas du risque RC est donc une loi de Weibull de paramètres $\alpha = 1,2217$ et $\beta = 188\ 759$.

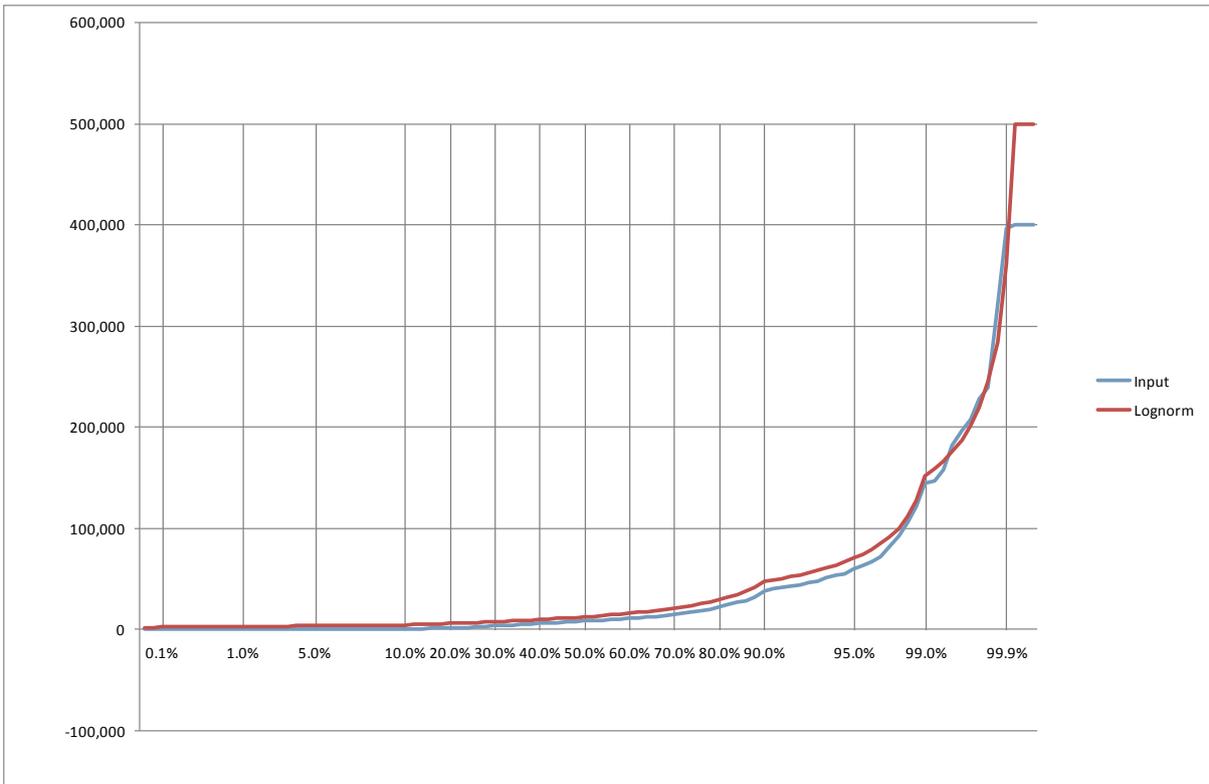


2.1.2.2.2 Risque Dommage

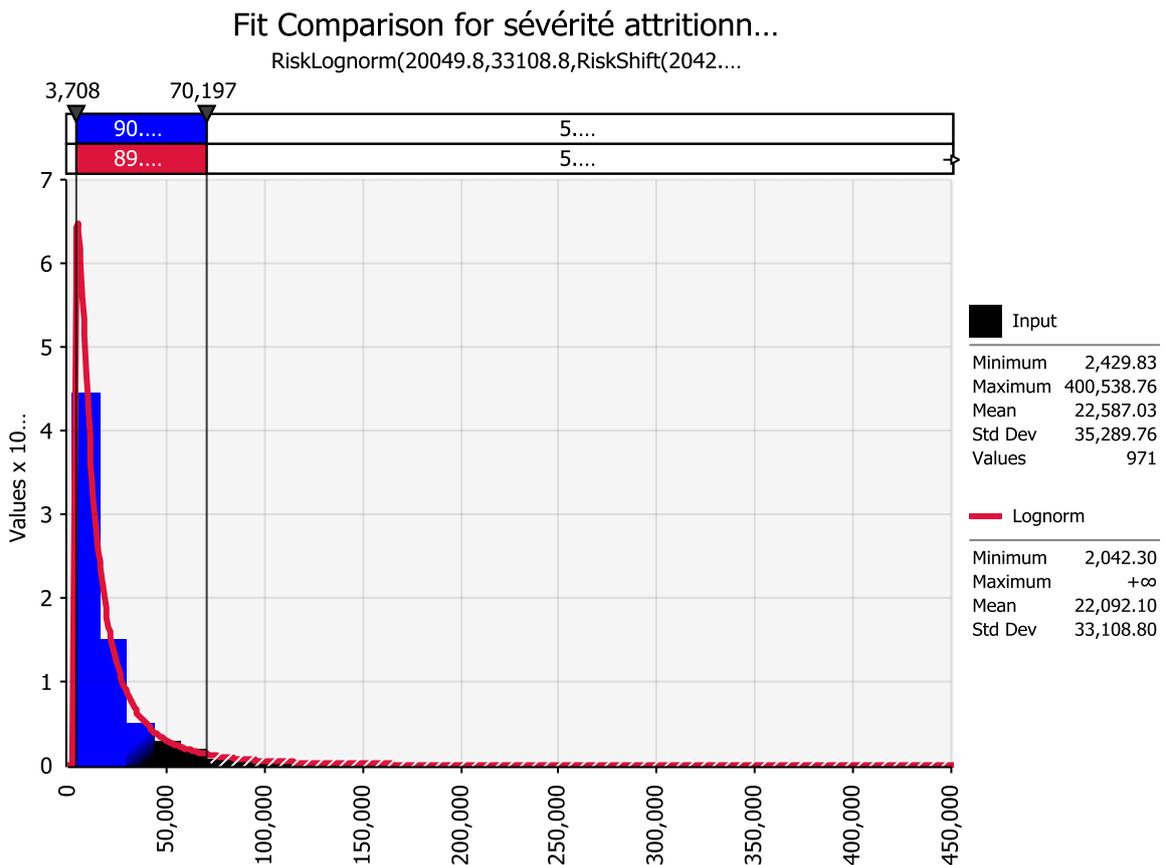
Pour ce risque, les sinistres attritionnels vont de 0 à 500 000 € et les sinistres importants de 500 000 € à l'infinie.

Pour les sinistres attritionnels, les étapes menant au choix de la distribution théorique la mieux adaptée à la distribution empirique sont les suivantes :

	Input	Pearson5	Lognorm	Lognorm2	InvGauss
Distribution Statistics					
Minimum	2,429.83	39.31	2,042.26	2,042.26	1,304.68
Maximum	400,538.76	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
Mean	22,587.03	26,151.55	22,092.09	22,092.09	22,587.03
Mode	8261.5447 [est]	5,891.70	4,828.97	4,828.97	4,879.09
Median	12,013.06	12,014.34	12,428.01	12,428.01	12,437.37
Std. Deviation	35,289.76	+Infinity	33,108.84	33,108.84	29,556.55
Skewness	5.80	+Infinity	9.46	9.46	4.17
Kurtosis	50.12	+Infinity	335.12	335.12	31.93
Percentiles					
5%	3,708.18	3,772.26	3,616.57	3,616.57	3,660.18
10%	4,555.62	4,684.67	4,430.40	4,430.40	4,453.89
15%	5,360.98	5,481.61	5,205.71	5,205.71	5,198.60
20%	6,218.04	6,253.91	5,997.77	5,997.77	5,959.97
25%	7,084.73	7,039.80	6,833.58	6,833.58	6,769.56
30%	7,943.90	7,864.25	7,733.66	7,733.66	7,651.38
35%	8,945.67	8,748.93	8,717.99	8,717.99	8,629.04
40%	9,699.68	9,716.50	9,808.99	9,808.99	9,729.23
45%	10,776.68	10,793.64	11,033.97	11,033.97	10,984.64
50%	12,013.06	12,014.34	12,428.01	12,428.01	12,437.37
55%	13,560.50	13,424.44	14,038.17	14,038.17	14,143.87
60%	15,649.05	15,088.91	15,930.18	15,930.18	16,182.76
65%	17,833.77	17,104.69	18,199.86	18,199.86	18,667.97
70%	20,247.19	19,624.95	20,994.33	20,994.33	21,772.70
75%	23,875.68	22,909.82	24,554.59	24,554.59	25,776.72
80%	28,261.68	27,445.92	29,311.53	29,311.53	31,170.06
85%	35,320.58	34,279.55	36,139.17	36,139.17	38,917.67
90%	46,282.75	46,228.16	47,208.66	47,208.66	51,311.42
95%	70,197.22	75,189.28	70,557.43	70,557.43	76,200.57
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		18.43	25.30	25.30	26.74
P-Value		0.91	0.61	0.61	0.53
Anderson-Darling Test					
A-D Statistic		0.41	0.62	0.62	1.43
Kolmogorov-Smirnov Test					
K-S Statistic		0.02	0.02	0.02	0.03

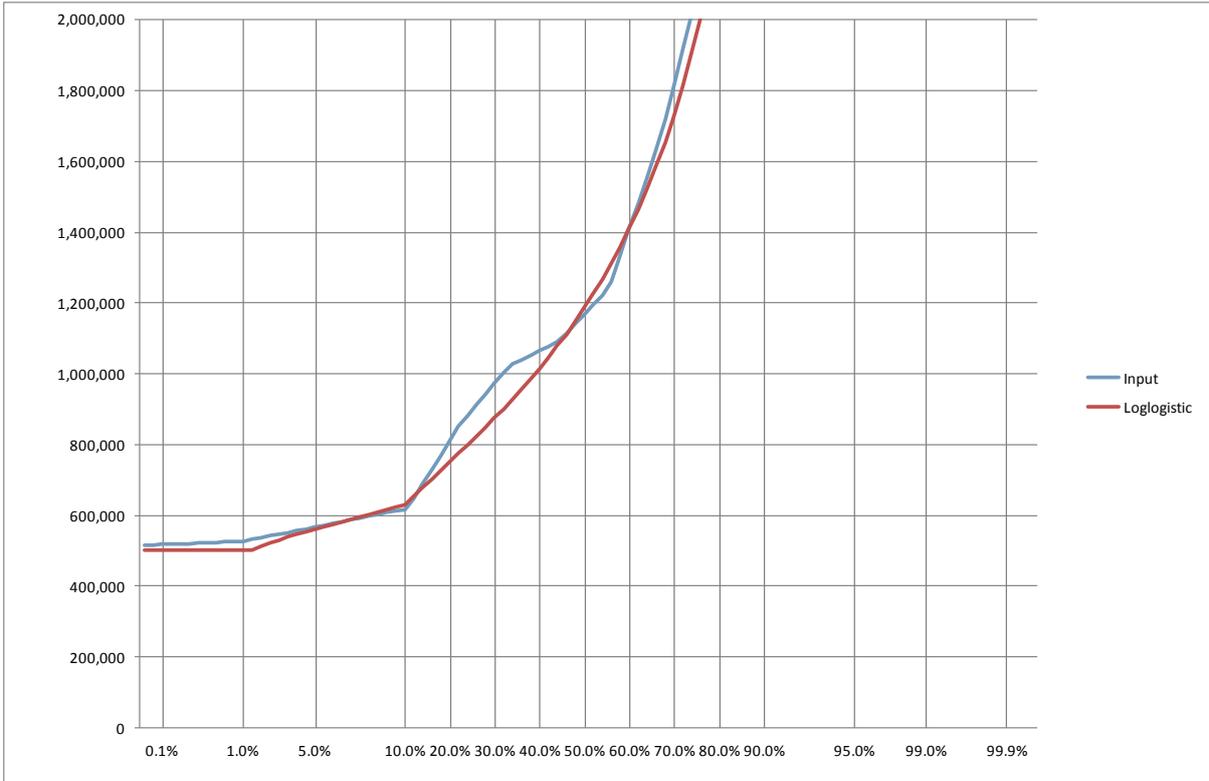


La distribution théorique la plus fidèle à la distribution théorique est la loi LogNormal de paramètres $\mu = 20\,049,8$ et $\sigma = 33\,108,8$.

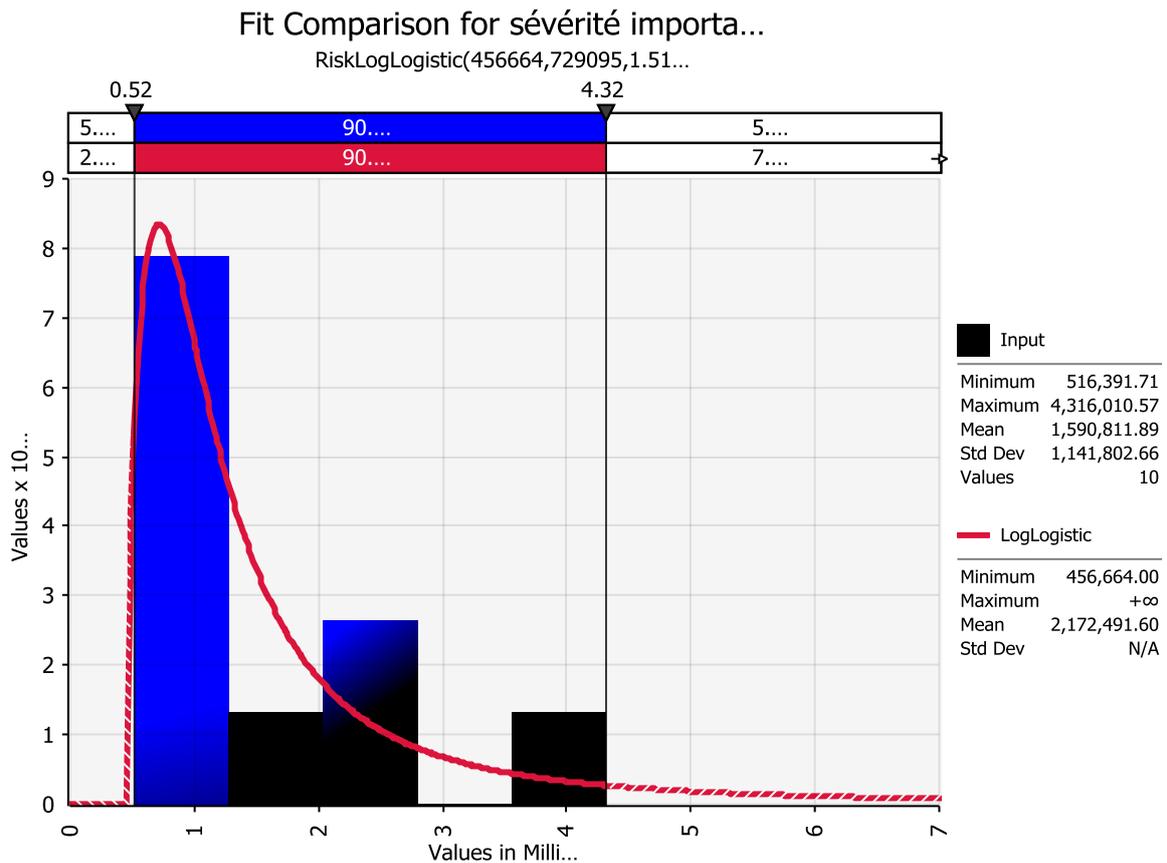


Pour les sinistres importants les étapes sont :

	Input	LogLogistic	InvGauss	Expon	ExtValue
Distribution Statistics					
Minimum	516,391.71	456,664.69	304,665.71	408,949.69	-Infinity
Maximum	4,316,010.57	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
Mean	1,590,811.89	2,172,522.93	1,590,811.89	1,483,369.87	1,535,905.59
Mode	611382.1815 [est]	714,369.44	702,575.39	408,949.69	1,136,546.96
Median	1,168,004.21	1,185,760.17	1,181,041.07	1,153,681.01	1,390,126.53
Std. Deviation	1,141,802.66	+Infinity	1,269,506.24	1,074,420.18	887,358.69
Skewness	1.69	+Infinity	2.96	2.00	1.14
Kurtosis	6.15	+Infinity	17.61	9.00	5.40
Percentiles					
5%	516,391.71	561,604.07	545,927.21	464,060.24	377,434.21
10%	516,391.71	628,287.46	615,554.53	522,151.16	559,504.32
15%	628,647.16	689,390.10	677,482.32	583,563.31	693,516.57
20%	628,647.16	749,368.47	737,991.85	648,699.63	807,296.06
25%	856,067.51	810,401.01	799,712.45	718,041.12	910,558.28
30%	1,022,551.99	874,046.08	864,326.69	792,168.45	1,008,117.24
35%	1,022,551.99	941,723.75	933,245.19	871,791.55	1,102,907.69
40%	1,022,551.99	1,014,951.91	1,007,883.20	957,791.05	1,197,031.39
45%	1,093,314.54	1,095,531.83	1,089,835.33	1,051,277.83	1,292,225.26
50%	1,093,314.54	1,185,760.17	1,181,041.07	1,153,681.01	1,390,126.53
55%	1,242,693.89	1,288,731.61	1,283,993.64	1,266,882.47	1,492,470.96
60%	1,654,071.39	1,408,827.30	1,402,050.25	1,393,430.94	1,601,295.21
65%	1,654,071.39	1,552,572.94	1,539,941.37	1,536,899.77	1,719,206.59
70%	2,200,692.10	1,730,272.56	1,704,677.30	1,702,522.37	1,849,817.56
75%	2,200,692.10	1,959,423.07	1,907,307.51	1,898,412.33	1,998,548.24
80%	2,200,692.10	2,272,767.68	2,166,725.10	2,138,162.26	2,174,311.54
85%	2,377,678.02	2,740,816.71	2,519,223.45	2,447,253.68	2,393,648.96
90%	2,377,678.02	3,554,040.57	3,048,738.96	2,882,893.58	2,693,510.26
95%	4,316,010.57	5,522,258.13	4,033,919.68	3,627,624.89	3,191,538.13
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		-	-	-	0.40
P-Value		1.00	1.00	1.00	0.53
Anderson-Darling Test					
A-D Statistic		0.18	0.15	0.23	0.33
Kolmogorov-Smirnov Test					
K-S Statistic		0.10	0.11	0.14	0.18



La distribution théorique étant la plus fidèle a la distribution empiriques des sinistres importants dans le cas du risque Dommage est une loi LogLogistic de paramètres $\gamma = 456\ 664$, $\beta = 729\ 095$ et $\alpha = 1,519$.



2.1.2.3 Fréquence

Dans cette partie nous décrivons les étapes permettant de faire correspondre à la distribution empirique de la fréquence, une répartition théorique pour les risques RC et Dommage (pour chaque groupe de sinistres homogène). Pour cela nous utiliserons des lois discrètes. Les paramètres des lois ajustées sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance.

2.1.2.3.1 Risque RC

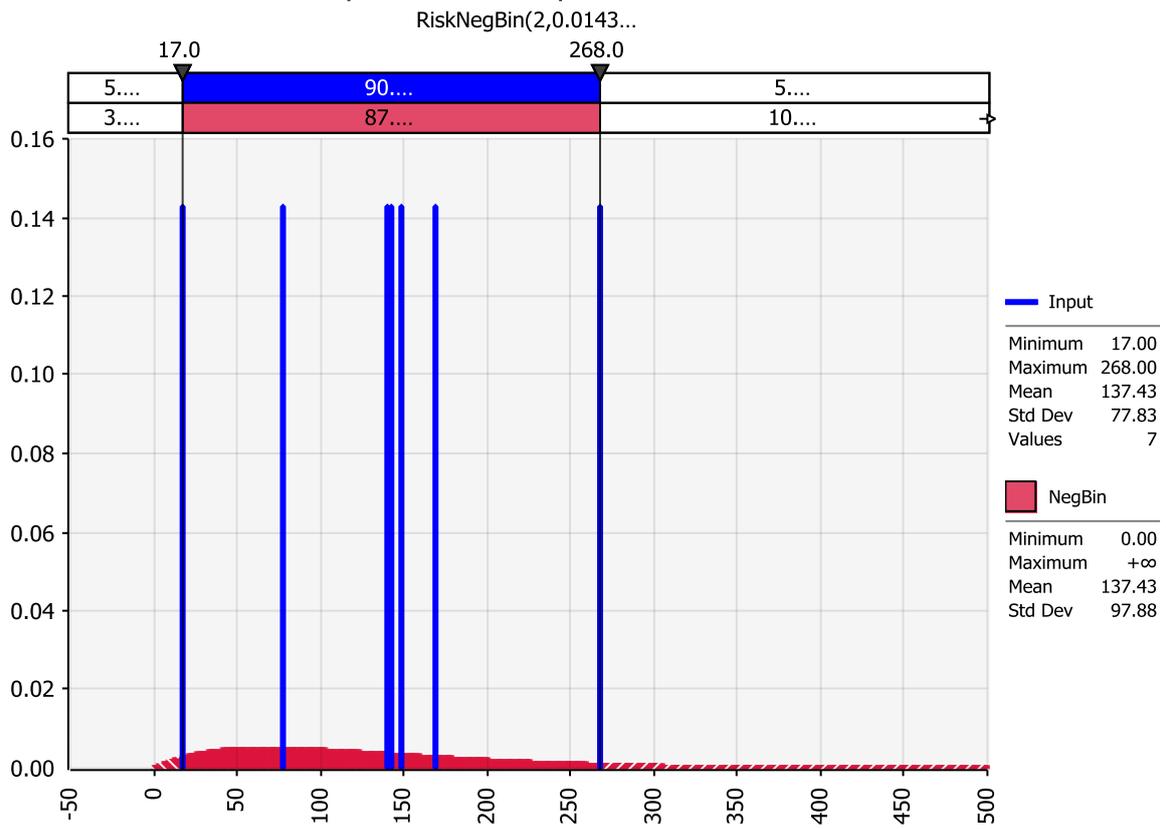
Les étapes pour déterminer les lois de distributions théoriques adéquates sont similaires à celles utilisées pour la sévérité :

En utilisant les statistiques obtenus sous @RISK, nous pouvons voir quelles lois se rapprochent le plus de la distribution empirique (pour la fréquence, seul le test du khi-deux est utilisé) :

	Input	NegBin	Geomet	IntUniform	Poisson
Distribution Statistics					
Minimum	17.00	-	-	17.00	-
Maximum	268.00	+Infinity	+Infinity	268.00	+Infinity
Mean	137.43	137.43	137.43	142.50	137.43
Mode	17.00	68.00	-	17.00	137.00
Median	143.00	115.00	95.00	142.00	137.00
Std. Deviation	77.84	97.88	137.93	72.75	11.72
Skewness	0.14	1.41	2.00	-	0.09
Kurtosis	4.15	6.00	9.00	1.80	3.01
Percentiles					
5%	17	24	7	29	118
10%	17	36	14	42	123
15%	77	46	22	54	125
20%	77	56	30	67	128
25%	77	66	39	79	129
30%	140	75	49	92	131
35%	140	84	59	105	133
40%	140	94	70	117	134
45%	143	104	82	130	136
50%	143	115	95	142	137
55%	143	127	110	155	139
60%	148	139	126	168	140
65%	148	153	144	180	142
70%	148	168	166	193	143
75%	169	185	191	205	145
80%	169	206	221	218	147
85%	169	232	261	231	150
90%	268	268	317	243	153
95%	268	327	413	256	157
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		0.77	0.78	0.78	1.00
P-Value		0.38	0.38	0.38	0.32

Les résultats du test du khi-deux nous permettent de choisir directement la distribution dont nous allons nous servir pour modéliser la fréquence des sinistres. La loi choisie pour modéliser la fréquence de la sinistralité attritionnelle dans le cas du risque RC est une loi Binomiale Négative de paramètres $S = 2$ et $P = 0,01434$.

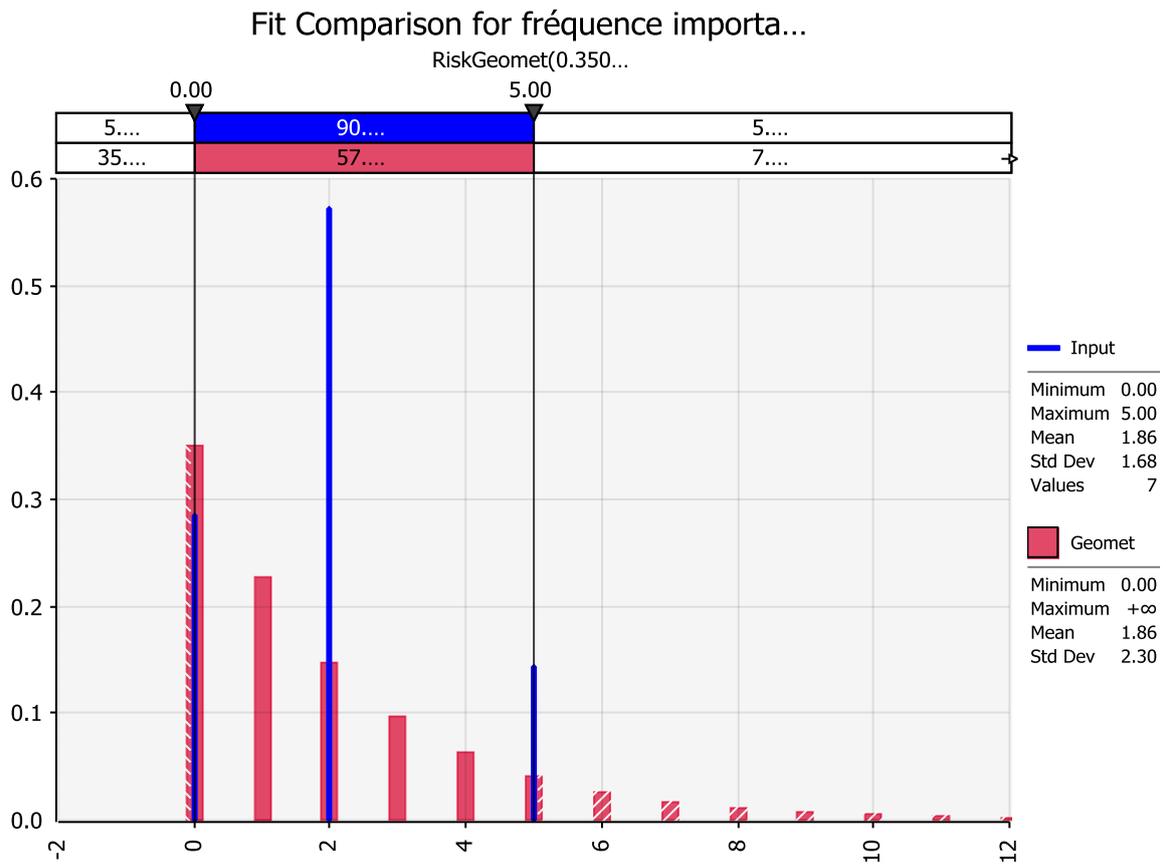
Fit Comparison for fréquence attritionn...



Pour les sinistres importants, les statistiques sont les suivantes :

	Input	Geomet	Poisson	NegBin	IntUniform
Distribution Statistics					
Minimum	-	-	-	-	-
Maximum	5.00	+Infinity	+Infinity	+Infinity	5.00
Mean	1.86	1.86	1.86	1.86	2.50
Mode	2.00	-	1.00	1.00	-
Median	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00
Std. Deviation	1.68	2.30	1.36	1.60	1.71
Skewness	0.90	2.05	0.73	1.09	-
Kurtosis	4.77	9.19	3.54	4.59	1.73
Percentiles					
5%	-	-	-	-	-
10%	-	-	-	-	-
15%	-	-	-	-	-
20%	-	-	1	-	1
25%	-	-	1	1	1
30%	2	-	1	1	1
35%	2	1	1	1	2
40%	2	1	1	1	2
45%	2	1	2	1	2
50%	2	1	2	2	2
55%	2	1	2	2	3
60%	2	2	2	2	3
65%	2	2	2	2	3
70%	2	2	2	2	4
75%	2	3	3	3	4
80%	2	3	3	3	4
85%	2	4	3	3	5
90%	5	5	4	4	5
95%	5	6	4	5	5
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		-	-	1.12	3.57
P-Value		-	-	0.29	0.06

La distribution théorique choisie pour modéliser la fréquence de la sinistralité importante sous le risque RC est une loi Géométrique de paramètre $P = 0,35$.



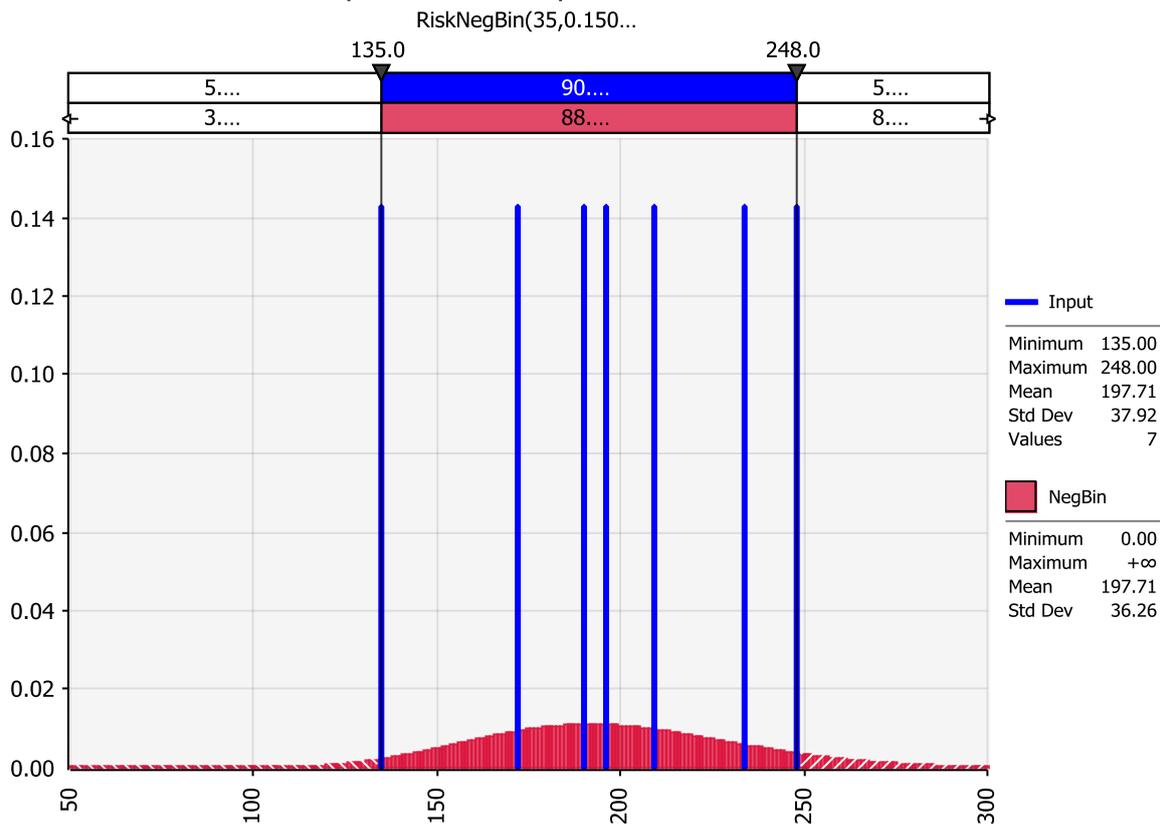
2.1.2.3.2 Risque Dommage

Pour le risque de Dommage, la méthode pour faire correspondre une distribution théorique à la distribution empirique est exactement la même.

	Input	NegBin	Poisson	IntUniform	Geomet
Distribution Statistics					
Minimum	135.00	-	-	135.00	-
Maximum	248.00	+Infinity	+Infinity	248.00	+Infinity
Mean	197.71	197.71	197.71	191.50	197.71
Mode	135.00	192.00	197.00	135.00	-
Median	196.00	196.00	198.00	191.00	137.00
Std. Deviation	37.92	36.26	14.06	32.91	198.21
Skewness	- 0.38	0.34	0.07	-	2.00
Kurtosis	3.03	3.17	3.01	1.80	9.00
Percentiles					
5%	135	142	175	140	10
10%	135	153	180	146	20
15%	172	160	183	152	32
20%	172	167	186	157	44
25%	172	172	188	163	57
30%	190	177	190	169	70
35%	190	182	192	174	85
40%	190	187	194	180	101
45%	196	191	196	186	118
50%	196	196	198	191	137
55%	196	200	199	197	158
60%	209	205	201	203	181
65%	209	210	203	209	208
70%	209	215	205	214	238
75%	234	221	207	220	274
80%	234	227	209	226	319
85%	234	235	212	231	376
90%	248	245	216	237	456
95%	248	261	221	243	593
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		0.02	0.29	0.82	5.76
P-Value		0.89	0.59	0.37	0.02

La loi la plus appropriée pour modéliser la fréquence de la sinistralité attritionnelle dans le cas du risque de Dommage est une loi Binomiale Négative de paramètres $P = 35$ et $S = 0.1504$.

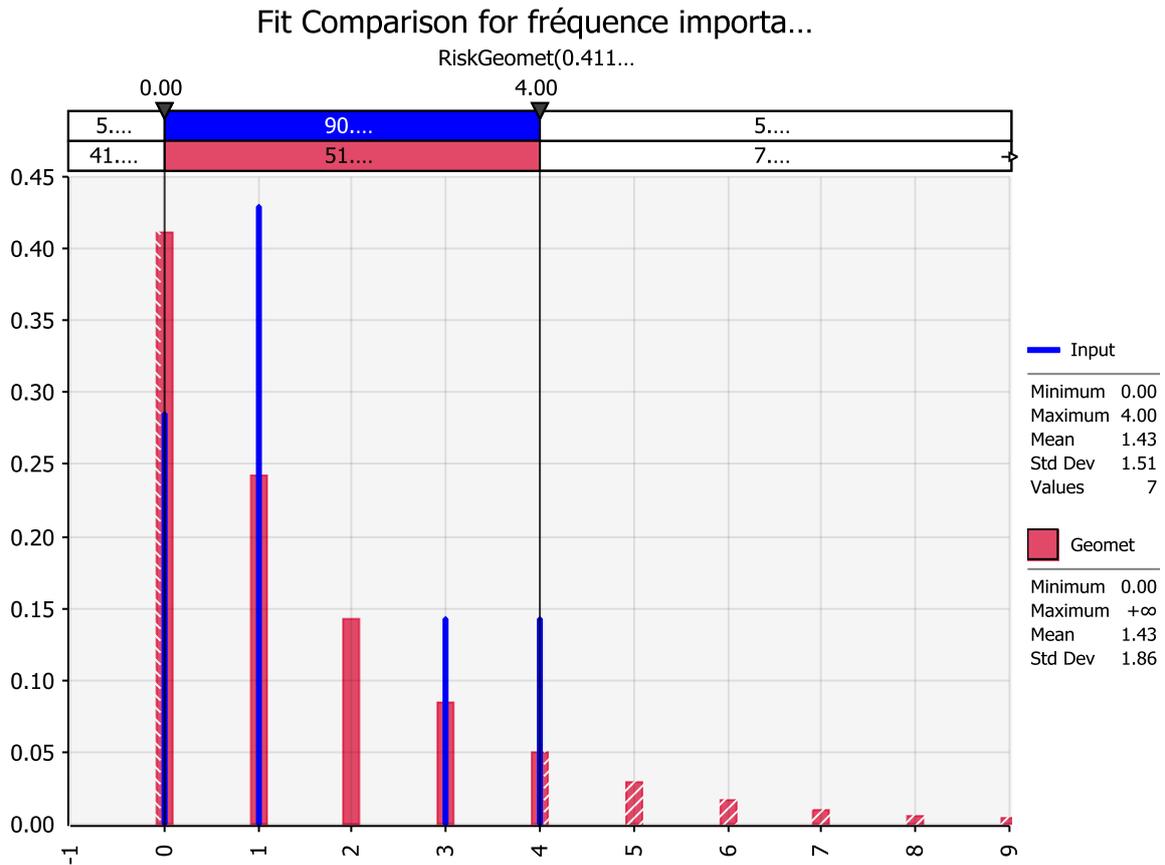
Fit Comparison for fréquence attritionn...



Concernant les sinistres importants :

	Input	Geomet	IntUniform	NegBin	Poisson
Distribution Statistics					
Minimum	-	-	-	-	-
Maximum	4.00	+Infinity	4.00	+Infinity	+Infinity
Mean	1.43	1.43	2.00	1.43	1.43
Mode	1.00	-	-	-	1.00
Median	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
Std. Deviation	1.51	1.86	1.41	1.45	1.20
Skewness	1.00	2.07	-	1.34	0.84
Kurtosis	2.80	9.29	1.70	5.47	3.70
Percentiles					
5%	-	-	-	-	-
10%	-	-	-	-	-
15%	-	-	-	-	-
20%	-	-	-	-	-
25%	-	-	1	-	1
30%	1	-	1	-	1
35%	1	-	1	1	1
40%	1	-	1	1	1
45%	1	1	2	1	1
50%	1	1	2	1	1
55%	1	1	2	1	1
60%	1	1	3	1	2
65%	1	1	3	2	2
70%	1	2	3	2	2
75%	3	2	3	2	2
80%	3	3	3	2	2
85%	3	3	4	3	3
90%	4	4	4	3	3
95%	4	5	4	4	4
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		-	-	-	-
P-Value		-	-	-	-

La loi choisie pour modéliser la fréquence de la sinistralité importante pour le risque de dommage est une loi Géométrique de paramètre $P = 0.41176$.



2.1.2.4 Simulation

Le but est d'estimer pour chaque risque le 99,5^{ème} percentile en simulant le nombre de sinistres et la sévérité pour chaque catégorie de risque, attritionnels et importants. Nous estimerons le nombre de sinistres et leur sévérité à l'aide des lois déterminées précédemment. Une fois ce percentile connu, il suffira de lui retirer le montant de la prime versée par la maison mère pour connaître la charge de capital pour chaque risque.

Pour nos simulations, nous utiliserons le logiciel @RISK et nous procéderons à 10 000 simulations.

2.1.2.4.1 Risque RC

Les résultats obtenus pour le risque RC sont les suivants :

	en retention	hors retention
10%	543,979	0
20%	800,835	0
30%	1,019,764	0
40%	1,239,596	0
50%	1,476,106	0
60%	1,744,337	0
65%	1,888,629	27682
70%	2,041,265	64230
75%	2,225,422	108570
80%	2,456,055	160248
85%	2,731,447	222104
90%	3,135,703	309,506
95%	3,624,218	461,171
99.00%	4,277,862	767,382
99.50%	4,546,443	926,728
99.90%	5,023,171	1,295,330
99.99%	5,569,417	1,762,630
100.00%	5,626,312	1,961,747
prime	2,000,000	
Charge de capital	2,546,443	

La charge de capital de la branche RC pour les risques de prime et de catastrophe non-vie est de 2 546 443 €

2.1.2.4.2 Risque Dommage

Les résultats obtenus pour le risque Dommage sont les suivants :

	en retention	hors retention
10%	3,331,066	0
20%	3,804,251	0
30%	4,197,714	0
40%	4,618,410	0
50%	5,106,062	0
60%	5,834,039	0
65%	6,267,419	0
70%	6,839,879	0
75%	7,478,820	0
80%	8,234,974	0
85%	9,183,997	0
90%	10,524,002	349,742
95%	12,777,903	3,136,465
99.00%	17,909,890	17,258,680
99.50%	19,981,370	31,483,841
99.90%	20,000,000	88,096,414
99.99%	20,000,000	631,352,944
100.00%	20,000,000	636,507,997
prime	5,000,000	
charge de capital	14,981,370	

La charge de capital de la branche Dommage pour les risques de prime et de catastrophe non-vie est de 14 981 370 €

Au final, en prenant une corrélation linéaire de 25 % entre les deux branches, la charge de capital pour le risque de prime et de catastrophe non-vie pour ABC captive est de 15 811 402 €.

2.2 Risque de Réserve

2.2.1 Théorie

La démarche pour ce risque consiste à remplacer les inputs de la formule standard du QIS 5 par des inputs plus représentatifs des risques de la captive et de sa structure. Ces inputs seront déterminés par la méthode de Mack que nous présenterons en annexes.

La formule utilisée dans le QIS 5 pour calculer le coefficient à appliquer au niveau de la réserve est la même que pour le risque de prime (décrite dans la partie « risque de prime » du chapitre 4).

La méthode pour chaque risque consiste à remplacer s par le coefficient de variation des réserves (calculé en appliquant la méthode de Mack au triangle des sinistres payés) et m par le montant Best Estimate des réserves. Ce montant Best Estimate est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Best\ Estimate = E \left[\sum_i^{durée} \frac{(Cash\ flows\ sortants_i - Cash\ flows\ entrants_i)}{(1+r_i)^i} \right]$$

Il représente la valeur actuelle des flux futurs probables.

En appliquant ensuite la formule standard du QIS 5 avec ces inputs nous obtiendrons le 99,5ième percentile du montant des réserves. Nous obtiendrons directement un montant en euros car m est un montant de réserves et non un pourcentage.

Le capital requis sera obtenu en retirant à ce 99,5ième percentile le montant Best Estimate des réserves. On pourra ensuite comparer ce capital requis à celui déterminé par le QIS 5.

2.2.2 Application à la captive test

Pour l'appliquer nous utiliserons l'outil fourni par l'EIOPA (QIS5_Best-Estimate-Tool.xls).

Pour le risque de dommage, le montant Best Estimate des réserves est de 9 233 394 €, le coefficient de variation des réserves déterminé à l'aide de la méthode de Mack est de 51% et l'application de la formule standard du QIS 5 nous donne un 99,5ième percentile de 28 582 330 €. Le capital requis calculé à l'aide du modèle adapté est donc de 28 582 330 - 9 233 394 = 19 348 936 €.

En appliquant la même méthode pour le risque RC, avec un montant Best Estimate des réserves de 16 581 952 €, nous obtenons un coefficient de variation des réserves de 84 %, un 99,5ième percentile de 83 870 754 € et un capital requis de 67 288 802 €.

Nous connaissons à présent la charge de capital pour le risque de prime et catastrophe, et pour le risque de réserve adaptées à notre captive. En supposant une

corrélation de 25% entre les branches Responsabilité Civile et Dommage et une corrélation de 50 % entre les risques de prime et réserve, la charge de capital pour le risque non-vie est de 83 554 802 € au lieu de 26 850 716 € (charge de capital pour le risque non-vie en appliquant la formule standard du QIS 5). Le QIS 5 sous-estimait donc la charge de capital nécessaire à ABC Captive pour le risque non-vie.

Nous aurions également pu utiliser une méthode de Merz & Wüthrich plus proche de la vision à un an.

2.3 Risque de liquidité

2.3.1 Théorie

Pour le risque de liquidité, il s'agit de s'assurer que les actifs sont assez liquides et permettent de faire face aux engagements au niveau du passif, au 99,5^{ième} percentile. Nous disposons des capitaux pour prime et réserve et Cat (NL_{pr} et NL_{cat}). Il suffit de comparer les cash flow de même durée à l'actif et au passif.

Le critère permettant de déclencher un calcul de capital supplémentaire est le suivant : si $CF_{actif}^i < CF_{passif\ 99,5\ \%}^i$ alors un modèle adapté sera nécessaire avec i la durée en année, CF_{actif}^i les cash flows à l'actif de durée i et $CF_{passif\ 99,5\ \%}^i$ les cash flows au passif de durée i au 99,5^{ième} percentile.

S'il y a un risque de liquidité, le modèle consiste à estimer le coût du capital engendré par la contraction d'un crédit pour faire face au manque de liquidité de l'actif. La solution est d'estimer le montant à financer pour pallier à ce manque. Le montant à financer est :

$$\text{Montant sous risque} - (\text{actifs liquides} + \text{cash})$$

Il suffit alors d'actualiser les intérêts à payer pour l'emprunt de ce montant sur le nombre d'années du crédit. Il est important de prendre en compte les risques de taux et de spread. Le montant utilisé ici est le montant sous risque de souscription non-vie.

Au final, le capital supplémentaire correspondra aux intérêts de l'emprunt actualisés.

$$\text{capital supplémentaire} = \frac{r'(M-d)}{(1+r)} + \frac{r'(M-d)}{(1+r)^2} + \frac{r'(M-d)}{(1+r)^3} + \dots + \frac{r'(M-d)}{(1+r)^n}$$

Avec M = le montant sous risque, d = actifs liquides + cash, r' = taux d'intérêts du crédit, r = taux actuariel et n = durée du crédit.

2.3.2 Application à la captive test

Du côté de l'actif, nous avons un prêt intragroupe de 30 000 000 €, 4 514 083 € en dépôt à court terme, un avoir en banque de 7 000 000 €, 11 435 717 € d'actions et 21 229 371 € d'obligations.

Pour ce qui est des actions, nous ne disposons pas de leur durée, mais nous les mettons à l'actif au bout de 10 ans car l'objectif est de ne pas s'en servir à court et moyen terme afin de ne pas être obligé de s'en séparer à des conditions défavorables sur les marchés financiers.

Au passif, nous avons les montants de catastrophe pour les risques RC et Dommage estimés à l'aide d'une méthode fréquence-sévérité. Le paiement de ces deux montants est étalé sur l'horizon temps à l'aide des cadences de règlement pour ces deux risques, ces cadences sont utilisées comme input (nous n'aborderons pas la méthode utilisée pour leur calcul dans ce mémoire).

Ensuite, nous déterminons la valeur de l'actif et du passif sur trois périodes, le court terme (de 1 à 2 ans), le moyen terme (de 3 à 9 ans) et le long terme (de 10 à 12 ans). Les résultats sont les suivants :

CF Passif	Dommage		RC		CF Total
Total		14,981,370		2,546,443	
Annee 1	39.7%	5,948,638	12.3%	313,224	6,034,570
Annee 2	88.1%	7,252,719	32.6%	517,307	7,399,019
Annee 3	89.4%	184,573	59.6%	687,728	755,318
Annee 4	98.8%	1,418,491	78.6%	482,881	1,608,655
Annee 5	99.0%	24,960	87.8%	233,858	241,311
Annee 6	99.6%	86,154	91.7%	101,208	148,410
Annee 7	99.7%	24,287	94.5%	68,991	78,660
Annee 8	99.8%	13,620	96.8%	59,559	64,330
Annee 9	100.0%	27,927	97.8%	26,633	43,140
Annee 10	100.0%	-	98.5%	16,718	16,718
Annee 11	100.0%	-	98.9%	10,876	10,876
Annee 12	100.0%	-	100.0%	27,462	27,462

CF Actif	Depot	Cash	Action	Obligation	CF Actif
Annee 1	34,514,083	7,000,000		-	41,514,083
Annee 2				-	-
Annee 3				2,560,916	2,560,916
Annee 4				1,811,925	1,811,925
Annee 5				3,010,013	3,010,013
Annee 6				882,209	882,209
Annee 7				12,964,309	12,964,309
Annee 8				-	-
Annee 9				-	-
Annee 10			11,435,717	-	11,435,717
Annee 11				-	-
Annee 12				-	-

	Passif	Actif
Annee 1-2	13,433,589	41,514,083
Annee 3-9	2,939,824	49,309,866
Annee 10-12	55,055	57,805,759

Nous pouvons constater que notre captive test n'est pas soumise au risque de liquidité tel que présenté dans le Chapitre 3 car sur ces trois horizons, elle dispose toujours de cash flow à l'actif lui permettant de faire face au risque de CAT.

2.4 Risque de concentration appliqué au prêt intragroupe

2.4.1 Théorie

Le prêt intragroupe est un prêt de la captive à la maison mère. Nous procéderons au cas par cas selon si la maison mère réinvestit le prêt intragroupe ou si celle-ci le conserve.

Si le prêt intragroupe est réinvesti, il suffit de se servir des notations des contreparties de la maison mère ou du ratio de solvabilité (celui-ci est une alternative proposée par le QIS 5 pour les contreparties ne disposant pas de rating) si elles en disposent. Ces ratings seront réutilisés dans le module du risque de concentration du SCR afin de calculer un nouveau capital requis pour risque de concentration.

Si le prêt intragroupe n'est pas réinvesti, la démarche sera de prendre en compte le spread d'emprunt de la maison mère pour lui associer une probabilité de défaut. Nous pourrons ensuite faire correspondre une notation à cette probabilité de défaut. Le rating (cela correspond en quelque sorte à un rating de marché) obtenu pourra ensuite être utilisé dans le module de risque de concentration du SCR afin de calculer un nouveau capital requis.

2.4.2 Application à la captive test

Dans le cas de notre captive, nous avons un prêt intragroupe qui est de 30 000 000 € qui n'est pas réinvesti. La maison mère est un grand groupe industriel ne disposant ni d'un rating ni d'un ratio de solvabilité. Par conséquent, dans le calcul de capital requis de la formule standard du QIS 5, on associe à ce grand groupe un seuil de concentration (Concentration Threshold) de 1,5%, un paramètre g (associé au choc

de risque de concentration) de 73% soit le maximum et une exposition excédentaire de 98,5%. Ce qui nous donne un capital requis pour risque de concentration de :

$$\begin{aligned} \text{exposition excédentaire} * g * 30\,000\,000 &= 98,5\% * 73\% * 30\,000\,000 \\ &= 21\,571\,500 \text{ €} \end{aligned}$$

Cependant, le groupe industriel a un spread de crédit qui lui permet d'emprunter à un taux très bas auprès des banques, ce qui est signe d'une bonne santé financière. Il n'est donc pas adéquat de supposer que la maison mère possède une notation égale à « BB ou moins ». Nous pouvons utiliser ce spread de crédit comme un rating de marché et lui faire correspondre un rating « AAA ».

Par conséquent, en remplaçant le rating « BB ou moins » par « AAA », on obtient un seuil de concentration de 3%, un paramètre g de 12% et une exposition excédentaire de 97%. Cela nous donne un capital requis pour risque de concentration de :

$$97\% * 12\% * 30\,000\,000 = 3\,492\,000 \text{ €}$$

2.5 Non respect de la politique de souscription

2.5.1 Théorie

L'important est de vérifier que, en cas de non respect de la politique de souscription, la captive dispose des cash flow nécessaires pour faire face à un sinistre important.

Par conséquent, il faut réutiliser le modèle fréquence-sévérité en utilisant la nouvelle limite (celle à l'origine du non respect de la politique de souscription) au lieu de la limite de départ. Cela nous permettra de déterminer le 99,5^{ième} percentile.

Ensuite il s'agit de réutiliser ce percentile auquel on retire la prime dans le modèle construit pour le risque de liquidité afin de s'assurer que la captive puisse faire face à cette souscription trop élevée. Si la structure dispose des ressources nécessaires pour y faire face, un capital supplémentaire n'est pas à calculer.

En revanche, si la captive est en danger et qu'elle ne dispose pas d'assez de liquidité pour faire face à ce risque important, il est nécessaire d'appliquer le modèle adapté pour le risque de liquidité décrit dans la partie 2.3.1 de ce chapitre.

2.5.2 Application à la captive test

Supposons que suite à une erreur commise par un courtier par exemples, ABC captive a souscrit pour 40 000 000 € de risque Dommage (au lieu de la limite de 20 000 000 €).

Suite à l'utilisation du modèle fréquence-sévérité avec une limite de 40 000 000 €, nous obtenons un 99,5^{ème} percentile de 20 903 141 €. La prime étant de 5 000 000 €, le capital requis pour ce risque est de 15 903 141 €.

En utilisant ce montant dans notre modèle pour le risque de liquidité, les résultats sont les suivants :

CF Passif	Dommage		RC		CF Total
Total		15,903,141		2,546,443	
Annee 1	39.7%	6,314,645	12.3%	313,224	6,400,140
Annee 2	88.1%	7,698,962	32.6%	517,307	7,844,297
Annee 3	89.4%	195,930	59.6%	687,728	760,744
Annee 4	98.8%	1,505,768	78.6%	482,881	1,692,354
Annee 5	99.0%	26,496	87.8%	233,858	241,847
Annee 6	99.6%	91,455	91.7%	101,208	152,431
Annee 7	99.7%	25,782	94.5%	68,991	79,459
Annee 8	99.8%	14,457	96.8%	59,559	64,705
Annee 9	100.0%	29,645	97.8%	26,633	44,530
Annee 10	100.0%	-	98.5%	16,718	16,718
Annee 11	100.0%	-	98.9%	10,876	10,876
Annee 12	100.0%	-	100.0%	27,462	27,462

CF Actif	Depot	Cash	Action	Obligation	CF Actif
Annee 1	34,514,083	7,000,000		-	41,514,083
Annee 2				-	-
Annee 3				2,560,916	2,560,916
Annee 4				1,811,925	1,811,925
Annee 5				3,010,013	3,010,013
Annee 6				882,209	882,209
Annee 7				12,964,309	12,964,309
Annee 8				-	-
Annee 9				-	-
Annee 10			11,435,717	-	11,435,717
Annee 11				-	-
Annee 12				-	-

	Passif	Actif
Annee 1-2	14,244,437	41,514,083
Annee 3-9	3,036,070	48,499,017
Annee 10-12	55,055	56,898,664

Ces résultats nous montrent que suite à un non respect de la politique de souscription, dans le cadre de notre exemple, ABC captive n'est pas en danger et dispose des ressources nécessaires pour faire face à un tel risque.

Dans le cas contraire, la captive aurait du emprunter le montant égal à la différence entre le passif à financer et l'actif disponible. Le montant de capital supplémentaire serait donc obtenu en estimant le cout du capital engendré par la contraction de cet emprunt.

Pour ce calcul il faudra appliquer le modèle adapté décrit dans la section 2.3.1.

Conclusion

Le but de ce mémoire est de mettre en place un processus ORSA pour les captives de réassurance non-vie. Aon Global Risk Consulting a le projet d'implémenter le pilier 2 pour ses clients dans le but de mettre ceux-ci en conformité avec Solvabilité 2 dans les délais impartis par l'autorité de contrôle. Cette implémentation passe par la mise en place de l'ORSA qui est un concept clé du pilier 2. L'objectif est d'instaurer une prise en compte des risques adaptée aux spécificités de l'entreprise et des risques auxquelles celle-ci est exposée. Ce mémoire va donc nous servir de base pour ensuite élaborer des processus ORSA pour tout type d'entreprises.

Le processus ORSA que nous avons mis en place se déroule de la manière suivante :

Tout d'abord, il s'agit de procéder à une mise en évidence des risques susceptibles de menacer la captive dans la réalisation de ses objectifs. Cette étape permet de mettre en place le registre de risque comprenant l'ensemble des risques et le degré d'exposition de la captive à ceux-ci.

Ensuite, pour chaque risque, il s'agit de vérifier s'il est pris en compte par la formule standard du QIS 5. Si ce n'est pas le cas, il faut construire un modèle adapté au profil de risque spécifique de la captive en question.

Si le risque est pris en compte par la formule standard, la procédure est de mettre en place un critère d'inadéquation pour juger de la cohérence de cette prise en compte par rapport au profil de risque de la captive.

Si la prise en compte du risque est jugée adéquate par notre critère, le processus s'arrête là. En revanche si le critère amène à la conclusion que la prise en compte du QIS 5 n'est pas adaptée, alors le processus ORSA préconise la mise en place d'un modèle en adéquation avec le profil de risque de la captive.

Le modèle adapté en question visera à calculer une charge de capital supplémentaire par rapport à celle calculée dans la formule standard. Il appartiendra ensuite à l'autorité de contrôle de décider de la nécessité d'un capital add-on. Il

pourra prendre en compte la charge de capital calculée dans le modèle pour imposer cette charge supplémentaire.

Notre étude reste très axée sur une prise en compte quantitative du profil de risque spécifique de l'entreprise. Il est également possible et nécessaire d'envisager une prise en compte qualitative du risque et de prêter une attention particulière à la maîtrise du risque opérationnel.

Annexes

Annexe 1 : L'ORSA et la législation

Article 45

Évaluation interne des risques et de la solvabilité

1. Dans le cadre de son système de gestion des risques, chaque entreprise d'assurance et de réassurance procède à une évaluation interne des risques et de la solvabilité.

Cette évaluation porte au moins sur les éléments suivants:

a) le besoin global de solvabilité, compte tenu du profil de risque spécifique, des limites approuvées de tolérance au risque et de la stratégie commerciale de l'entreprise;

b) le respect permanent des exigences de capital prévues au chapitre VI, sections 4 et 5, et des exigences concernant les provisions techniques prévues au chapitre VI, section 2;

c) la mesure dans laquelle le profil de risque de l'entreprise s'écarte des hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis prévu à l'article 101, paragraphe 3, calculé à l'aide de la formule standard conformément au chapitre VI, section 4, sous-section 2, ou avec un modèle interne partiel ou intégral conformément au chapitre VI, section 4, sous-section 3.

2. Aux fins du paragraphe 1, point a), l'entreprise concernée met en place des procédures qui sont proportionnées à la nature, à l'ampleur et à la complexité des risques inhérents à son activité et qui lui permettent d'identifier et d'évaluer de manière adéquate les risques auxquels elle est exposée à court et long terme, ainsi que ceux auxquels elle est exposée, ou pourrait être exposée. L'entreprise démontre la pertinence des méthodes qu'elle utilise pour cette évaluation.

3. Dans le cas visé au paragraphe 1, point c), lorsqu'un modèle interne est utilisé, l'évaluation est effectuée parallèlement au recalibrage qui aligne les résultats du modèle interne sur la mesure de risque et le calibrage qui sous-tendent le capital de solvabilité requis.

4. L'évaluation interne des risques et de la solvabilité fait partie intégrante de la stratégie commerciale et il en est tenu systématiquement compte dans les décisions stratégiques de l'entreprise.
5. Les entreprises d'assurance et de réassurance procèdent à l'évaluation visée au paragraphe 1 sur une base régulière et immédiatement à la suite de toute évolution notable de leur profil de risque.
6. Les entreprises d'assurance et de réassurance informent les autorités de contrôle des conclusions de chaque évaluation interne des risques et de la solvabilité, dans le cadre des informations à fournir en vertu de l'article 35.
7. L'évaluation interne des risques et de la solvabilité ne sert pas à calculer un montant de capital requis. Le capital de solvabilité requis n'est ajusté que conformément aux articles 37, 231 à 233 et 238.

Annexe 2 : Le pilier II et les articles clés de la législation

Article 41

Exigences générales en matière de gouvernance

1. Les États membres exigent de toutes les entreprises d'assurance et de réassurance qu'elles mettent en place un système de gouvernance efficace, qui garantisse une gestion saine et prudente de l'activité.

Ce système comprend au moins une structure organisationnelle transparente adéquate, avec une répartition claire et une séparation appropriée des responsabilités, ainsi qu'un dispositif efficace de transmission des informations. Il satisfait aux exigences énoncées aux articles 42 à 49.

Le système de gouvernance fait l'objet d'un réexamen interne régulier.

2. Le système de gouvernance est proportionné à la nature, à l'ampleur et à la complexité des opérations de l'entreprise d'assurance ou de réassurance.

3. Les entreprises d'assurance et de réassurance disposent de politiques écrites concernant au moins leur gestion des risques, leur contrôle interne, leur audit interne et, le cas échéant, la soustraction. Elles veillent à ce que ces politiques soient mises en œuvre.

Ces politiques écrites sont réexaminées au moins une fois par an. Elles sont soumises à l'approbation préalable de l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle et elles sont adaptées compte tenu de tout changement important affectant le système ou le domaine concerné.

4. Les entreprises d'assurance et de réassurance prennent des mesures raisonnables afin de veiller à la continuité et à la régularité dans l'accomplissement de leurs activités, y compris par l'élaboration de plans d'urgence. À cette fin, elles utilisent des systèmes, des ressources et des procédures appropriés et proportionnés.

5. Les autorités de contrôle disposent des moyens, méthodes et pouvoirs appropriés pour vérifier le système de gouvernance des entreprises d'assurance et de réassurance et pour évaluer les risques émergents détectés par ces entreprises et susceptibles d'affecter leur solidité financière. Les États membres veillent à ce que les autorités de contrôle disposent des pouvoirs nécessaires pour exiger que le système de gouvernance soit amélioré et renforcé de façon à satisfaire aux exigences énoncées aux articles 42 à 49.

Article 42

Exigences de compétence et d'honorabilité applicables aux personnes qui dirigent effectivement l'entreprise ou qui occupent d'autres fonctions clés

1. Les entreprises d'assurance et de réassurance veillent à ce que toutes les personnes qui dirigent effectivement l'entreprise ou qui occupent d'autres fonctions clés satisfassent en permanence aux exigences suivantes:

a) leurs qualifications, connaissances et expérience professionnelles sont propres à permettre une gestion saine et prudente (compétence); et

b) leur réputation et leur intégrité sont de bon niveau (honorabilité).

2. Les entreprises d'assurance et de réassurance communiquent aux autorités de contrôle tout changement survenu dans l'identité des personnes qui dirigent effectivement l'entreprise ou qui assument d'autres fonctions-clés, ainsi que toute information nécessaire pour apprécier si toute personne nouvellement nommée pour la gestion de l'entreprise satisfait aux exigences de compétence et d'honorabilité.

3. Les entreprises d'assurance et de réassurance informent leurs autorités de contrôle du remplacement de toute personne visée aux paragraphes 1 et 2, parce qu'elle ne remplissait plus les exigences énoncées au paragraphe 1.

Article 44

Gestion des risques

1. Les entreprises d'assurance et de réassurance mettent en place un système de gestion des risques efficace, qui comprenne les stratégies, processus et procédures d'information nécessaires pour déceler, mesurer, contrôler, gérer et déclarer, en permanence, les risques, aux niveaux individuel et agrégé, auxquels elles sont ou pourraient être exposées ainsi que les interdépendances entre ces risques.

Ce système de gestion des risques est efficace, parfaitement intégré à la structure organisationnelle et aux procédures de prise de décision de l'entreprise d'assurance ou de réassurance et dûment pris en compte par les personnes qui dirigent effectivement l'entreprise ou qui occupent d'autres fonctions clés.

2. Le système de gestion des risques couvre les risques à prendre en considération dans le calcul du capital de solvabilité requis conformément à l'article 101, paragraphe 4, ainsi que les risques n'entrant pas ou n'entrant pas pleinement dans ce calcul. Le système de gestion des risques couvre au moins les domaines suivants:

- a) la souscription et le provisionnement;
- b) la gestion actif-passif;
- c) les investissements, en particulier dans les instruments dérivés et engagements similaires;
- d) la gestion du risque de liquidité et de concentration;
- e) la gestion du risque opérationnel;
- f) la réassurance et les autres techniques d'atténuation du risque.

Les politiques écrites concernant la gestion des risques visées à l'article 41, paragraphe 3, comprennent des politiques concernant le deuxième alinéa, points a) à f), du présent paragraphe.

3. En ce qui concerne le risque d'investissement, les entreprises d'assurance et de réassurance démontrent qu'elles satisfont aux dispositions du chapitre VI, section 6.

4. Les entreprises d'assurance et de réassurance prévoient une fonction de gestion des risques, qui est structurée de façon à faciliter la mise en œuvre du système de gestion des risques.

5. Pour les entreprises d'assurance et de réassurance utilisant un modèle interne partiel ou intégral qui a été approuvé conformément aux articles 112 et 113, la fonction de gestion des risques recouvre les tâches supplémentaires suivantes:

- a) conception et mise en œuvre du modèle interne;
- b) test et validation du modèle interne;
- c) suivi documentaire du modèle interne et de toute modification qui lui est apportée;

d) analyse de la performance du modèle interne et production de rapports de synthèse concernant cette analyse;

e) information de l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle concernant la performance du modèle interne en suggérant des éléments à améliorer, et communication à cet organe de l'état d'avancement des efforts déployés pour remédier aux faiblesses précédemment détectées.

Article 45

Évaluation interne des risques et de la solvabilité

1. Dans le cadre de son système de gestion des risques, chaque entreprise d'assurance et de réassurance procède à une évaluation interne des risques et de la solvabilité.

Cette évaluation porte au moins sur les éléments suivants:

a) le besoin global de solvabilité, compte tenu du profil de risque spécifique, des limites approuvées de tolérance au risque et de la stratégie commerciale de l'entreprise;

b) le respect permanent des exigences de capital prévues au chapitre VI, sections 4 et 5, et des exigences concernant les provisions techniques prévues au chapitre VI, section 2;

c) la mesure dans laquelle le profil de risque de l'entreprise s'écarte des hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis prévu à l'article 101, paragraphe 3, calculé à l'aide de la formule standard conformément au chapitre VI, section 4, sous-section 2, ou avec un modèle interne partiel ou intégral conformément au chapitre VI, section 4, sous-section 3.

2. Aux fins du paragraphe 1, point a), l'entreprise concernée met en place des procédures qui sont proportionnées à la nature, à l'ampleur et à la complexité des risques inhérents à son activité et qui lui permettent d'identifier et d'évaluer de manière adéquate les risques auxquels elle est exposée à court et long terme, ainsi que ceux auxquels elle est exposée, ou pourrait être exposée. L'entreprise démontre la pertinence des méthodes qu'elle utilise pour cette évaluation.

3. Dans le cas visé au paragraphe 1, point c), lorsqu'un modèle interne est utilisé, l'évaluation est effectuée parallèlement au recalibrage qui aligne les résultats du

modèle interne sur la mesure de risque et le calibrage qui sous-tendent le capital de solvabilité requis.

4. L'évaluation interne des risques et de la solvabilité fait partie intégrante de la stratégie commerciale et il en est tenu systématiquement compte dans les décisions stratégiques de l'entreprise.

5. Les entreprises d'assurance et de réassurance procèdent à l'évaluation visée au paragraphe 1 sur une base régulière et immédiatement à la suite de toute évolution notable de leur profil de risque.

6. Les entreprises d'assurance et de réassurance informent les autorités de contrôle des conclusions de chaque évaluation interne des risques et de la solvabilité, dans le cadre des informations à fournir en vertu de l'article 35.

7. L'évaluation interne des risques et de la solvabilité ne sert pas à calculer un montant de capital requis. Le capital de solvabilité requis n'est ajusté que conformément aux articles 37, 231 à 233 et 238.

Article 46

Contrôle interne

1. Les entreprises d'assurance et de réassurance disposent d'un système de contrôle interne efficace.

Ce système comprend au minimum des procédures administratives et comptables, un cadre de contrôle interne, des dispositions appropriées en matière d'information à tous les niveaux de l'entreprise et une fonction de vérification de la conformité.

2. Dans le cadre de cette fonction de vérification de la conformité, l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle est conseillé sur le respect des dispositions législatives, réglementaires et administratives adoptées en vertu de la présente directive. La fonction de vérification de la conformité comprend également l'évaluation de l'impact possible de tout changement de l'environnement juridique sur les opérations de l'entreprise concernée, ainsi que l'identification et l'évaluation du risque de conformité.

Article 47

Audit interne

1. Les entreprises d'assurance et de réassurance mettent en place une fonction d'audit interne efficace.

La fonction d'audit interne évalue notamment l'adéquation et l'efficacité du système de contrôle interne et les autres éléments du système de gouvernance.

2. La fonction d'audit interne est exercée d'une manière objective et indépendante des fonctions opérationnelles.

3. Toute conclusion et toute recommandation de l'audit interne est communiquée à l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle, qui détermine quelles actions doivent être menées pour chacune de ces conclusions et recommandations de l'audit interne et qui veille à ce que ces actions soient menées à bien.

Article 48

Fonction actuarielle

1. Les entreprises d'assurance et de réassurance mettent en place une fonction actuarielle efficace afin de:

a) coordonner le calcul des provisions techniques;

b) garantir le caractère approprié des méthodologies, des modèles sous-jacents et des hypothèses utilisés pour le calcul des provisions techniques;

c) apprécier la suffisance et la qualité des données utilisées dans le calcul des provisions techniques;

d) comparer les meilleures estimations aux observations empiriques;

e) informer l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle de la fiabilité et du caractère adéquat du calcul des provisions techniques;

f) superviser le calcul des provisions techniques dans les cas visés à l'article 82;

g) émettre un avis sur la politique globale de souscription;

h) émettre un avis sur l'adéquation des dispositions prises en matière de réassurance; et

i) contribuer à la mise en œuvre effective du système de gestion des risques visé à l'article 44, en particulier pour ce qui concerne la modélisation des risques sous-tendant le calcul des exigences de capital prévu au chapitre VI, sections 4 et 5, et pour ce qui concerne l'évaluation visée à l'article 45.

2. La fonction actuarielle est exercée par des personnes qui ont une connaissance des mathématiques actuarielles et financières à la mesure de la nature, de l'ampleur et de la complexité des risques inhérents à l'activité de l'entreprise d'assurance ou de réassurance et qui peuvent démontrer une expérience pertinente à la lumière des normes professionnelles et autres normes applicables.

Article 49

Sous-traitance

1. Les États membres veillent à ce que les entreprises d'assurance et de réassurance conservent l'entière responsabilité du respect de l'ensemble des obligations qui leur incombent en vertu de la présente directive lorsqu'elles sous-traitent des fonctions ou des activités d'assurance ou de réassurance.

2. La sous-traitance d'activités ou de fonctions opérationnelles importantes ou critiques n'est pas effectuée d'une manière susceptible d'entraîner l'une des conséquences suivantes:

a) compromettre gravement la qualité du système de gouvernance de l'entreprise concernée;

b) accroître indûment le risque opérationnel;

c) compromettre la capacité des autorités de contrôle de vérifier que l'entreprise concernée se conforme bien à ses obligations;

d) nuire à la prestation continue d'un niveau de service satisfaisant à l'égard des preneurs.

3. Les entreprises d'assurance et de réassurance informent préalablement et en temps utile les autorités de contrôle de leur intention de sous-traiter des activités ou des fonctions importantes ou critiques, ainsi que de toute évolution importante ultérieure concernant ces fonctions ou ces activités.

Annexe 3 : Méthode de Mack

Le modèle de Mack est un modèle non paramétrique reposant sur la méthode de Chain Ladder et aboutissant aux mêmes résultats. A la différence de Chain Ladder, le modèle de Mack est un modèle stochastique qui inclut des moments d'ordre deux et détermine une erreur de prédiction conditionnelle pour les estimateurs.

Ce modèle non paramétrique repose sur trois hypothèses :

(H1) L'indépendance des années d'origine : $\{C_{i,0}, \dots, C_{i,n}\}$ et $\{C_{k,0}, \dots, C_{k,n}\}$ sont indépendants pour $i \neq j$

(H2) Il existe f_j tel que : $E(C_{i,j+1} | C_{i,1}, \dots, C_{i,n}) = f_j C_{i,j}$ pour $0 \leq i \leq n$ et $0 \leq j \leq n$

(H3) Il existe σ_j tel que : $Var(C_{i,j+1} | C_{i,1}, \dots, C_{i,n}) = \sigma_j^2 C_{i,j}$ pour $0 \leq i \leq n$ et $0 \leq j \leq n$

Soit $G = \{C_{i,j} / i + j \leq n\}$ l'ensemble des variables observables. D'après les hypothèses du modèle de Mack, nous avons : $E(C_{i,n} | G) = C_{i,n-i} f_{n-i} \dots f_{n-1}$.

Les facteurs (f_j) sont estimés par les facteurs sans biais et non corrélés de Chain Ladder (\hat{f}_j) .

Et les (σ_j^2) sont estimés par :

$$\begin{cases} \hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n-j-1} \sum_{i=0}^{n-j-1} C_{i,j} \left(\frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} - \hat{f}_j \right)^2, 0 \leq j \leq n-2 \\ \hat{\sigma}_{n-1}^2 = \min \left(\frac{\hat{\sigma}_{n-2}^4}{\hat{\sigma}_{n-3}^2}, \min(\hat{\sigma}_{n-3}^2, \hat{\sigma}_{n-2}^2) \right) \end{cases}$$

Généralement cet estimateur est considéré sans biais.

A présent, nous pouvons déterminer l'erreur quadratique moyenne mesurant l'incertitude de précision. L'écart est défini pour les provisions par année de survenance : $MSEP(\hat{R}_i) = E\left((\hat{R}_i - R_i)^2 | G\right)$

Cette erreur peut être estimée sous l'hypothèse $\hat{C}_{i,n-i} = C_{i,n-i}$:

$$M\hat{S}EP(\hat{R}_i) = \hat{C}_{i,n}^2 \sum_{j=n-i}^{n-1} \frac{\hat{\sigma}_j^2}{\hat{f}_j} \left(\frac{1}{\hat{C}_{i,j}} + \frac{1}{\sum_{k=1}^{n-j} C_{i,k}} \right), i = 1, \dots, n$$

D'où l'estimation du MSEP de la provision totale est :

$$M\hat{S}EP(\hat{R}) = \sum_{i=1}^n \left\{ M\hat{S}EP(\hat{R}_i) + \hat{C}_{i,n} \left(\sum_{k=i+1}^n \hat{C}_{k,n} \right) \sum_{j=n-i}^{n-1} \frac{2\hat{\sigma}_j^2}{\hat{f}_j^2 \sum_{u=0}^{n-j} C_{u,j}} \right\}$$

Et l'erreur standard relative est : $\frac{\sqrt{M\hat{S}EP(\hat{R})}}{\hat{R}}$

Annexe 4 : Méthode Bootstrap et intervalle de confiance

Le principe fondamental du bootstrap :

Soit X une variable aléatoire de fonction de distribution $F(X) = P(X \leq x)$ inconnue.

Soit $\chi = (X_1, X_2 \dots X_n)$ un échantillon de données indépendantes.

Soit $T(\chi)$ est une statistique d'intérêt de distribution d'échantillonnage inconnue :

$$G(X) = P(T(\chi) \leq x)$$

Dans notre cas, nous ne connaissons pas (X) , nous allons donc remplacer cette fonction de distribution par la fonction de distribution empirique construite à partir de l'échantillon χ : $F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(X_i \leq x)$

Soit χ^* un échantillon de distribution $F_n(X)$. Le principe du bootstrap est d'approximer, par simulation d'échantillons χ^* , les propriétés de $T(\chi)$ (biais, MSE, IC...) à partir des propriétés de $T(\chi^*)$ qui sont plus faciles à dériver car la distribution de $T(\chi^*)$, $F_n(X)$ est connue.

$$G^*(x) = P_{F_n(x)}(T(\chi^*) \leq x) \cong G(x) = P_{F(x)}(T(\chi) \leq x)$$

Intervalle de confiance bootstrap (intervalle percentile) :

Cette méthode est valable uniquement pour les estimateurs sans biais et de distribution d'échantillonnage symétrique.

La méthode est la suivante :

- Il faut tout d'abord générer B échantillons bootstrap, $\chi^{*(b)}$
- Ensuite nous calculons $T(\chi^{*(b)})$ pour chaque échantillon, $b = 1, 2 \dots B$
- Nous estimons la distribution d'échantillonnage bootstrap de $T(\chi)$:

$$G^*(x) \cong \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B I(T(\chi^{*(b)}) \leq x)$$

- Pour finir, nous recherchons les percentiles $\alpha/2$ et $1 - \alpha/2$ de $G^*(x)$: $v^*(\alpha/2)$ et $v^*(1 - \alpha/2)$

L'intervalle de confiance bootstrap de types « percentile » et de niveau $1 - \alpha$ est défini par : $[v^*(\alpha/2); v^*(1 - \alpha/2)]$.

Bibliographie

Publications :

- Institut des Actuaire. « L'année actuarielle 2008-2009 » (juin 2009)
- HEINRICH, Frédéric. « Les principes de la directive Solvabilité II », l'année actuarielle 2008-2009 (juin 2009)
- Aon Global Risk Consulting. « Solvabilité 2 : les assureurs à l'épreuve du deuxième pilier et de l'ORSA » (juillet 2011)
- Aon Global Risk Consulting. « Rapport solvabilité II » (janvier 2011)
- Autorité De Contrôle Prudentiel. Solvency II Conference, BERNARDINO Gabriel, « SPEECH » (avril 2011)
- Le Parlement Européen et le Conseil De L'union Européenne. « DIRECTIVE 2009/138/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II) » (novembre 2009)
- Autorité De Contrôle Prudentiel. « Solvabilité 2 : principaux enseignements de la cinquième étude quantitative d'impact (QIS 5) » (mars 2011)
- MACK, Thomas. « Measuring the Variability of Chain Ladder Reserve Estimates » (1993)
- CARITAT, Recherche et Formation. « Evaluation de la provision de sinistres – Méthodes stochastiques » (juin 2007)

Cours :

- HEINRICH, Frédéric. Finances et comptabilité des assurances, Université de Strasbourg.
- SCHMIDT, Klaus D. Modèles et Méthodes de Réservation, Université de Strasbourg.
- EISELE, Karl-Theodor. IBNR, Université de Strasbourg.

- GOVAERTS, Bernadette. « Petite introduction au bootstrap », Université catholique de Louvain

Mémoire d'actuariat :

- AGENOS, Xavier. « Appétit pour le risque et gestion stratégique d'une société d'assurance non-vie », CEA (2006)
- GAMONET, Julie. « Modélisation du risque opérationnel dans l'assurance », CEA (2006)

Sites :

- www.aon.lu
- www.acam-france.fr
- www.banque-france.fr
- www.ekoris.org
- www.wikipedia.fr
- www.aiaccess.net
- www.ceiops.eu
- www.eiopa.europa.eu