

Mémoire présenté le :

**pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : AMAN DÉDÉ ÈVE ANIÉLA

Titre IMPACT DU RISQUE DE SPREAD SOUVERAIN SUR LA SOLVABILITÉ
D'UN PORTEFEUILLE D'ASSURANCE VIE

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

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

*Membre présents du jury de l'Institut
des Actuaires*

signature

Entreprise :

Nom : Groupama Assurances Mutuelles

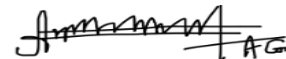
Signature :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Gebel ALOKPO

Signature :

Invité :

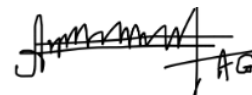


Nom :

Signature :

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

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



Le capitalisme sans la faillite, c'est comme le christianisme sans l'enfer.

Frank Borman, astronaute américain né en 1928.

RÉSUMÉ

Les entreprises d'assurances sont fortement exposées au risque souverain au travers du compartiment obligataire des pays européens qui pèse pour plus d'un tiers du total des actifs détenus. Cependant, la formule standard exclut les obligations émises par les États de l'OCDE du périmètre des titres risqués entrant dans le calcul du SCR au titre du risque de spread. Or la fragilité dont a fait preuve le système financier européen à la suite de la crise de la dette Grecque en 2011, pousse les assureurs à envisager l'éventualité de prendre en compte le risque de spread des pays de l'OCDE dans un contexte ORSA.

Étant l'élément fondamental du pilier 2 de la Solvabilité II, l'ORSA impose aux entreprises d'assurances de réaliser une évaluation interne des risques auxquels elles sont exposées et de mesurer l'adéquation à la Formule Standard, cadre de son calcul de besoin en fonds propres. Dans ce mémoire, nous tenterons un nouveau traitement pour les placements en obligations d'État de l'OCDE pour répondre à ses exigences.

L'objectif de ce mémoire est donc d'estimer l'impact de la prise en compte du risque de spread des obligations d'États de l'OCDE sur la solvabilité de la principale entité vie de Groupama. Pour ce faire, deux approches seront effectuées dans la calibration des chocs de spread. La première consistera à calibrer les facteurs de chocs à partir de VaR 99,5% issues des indices de Merrill Lynch et la seconde par une approche formule standard corporates, décalant les chocs par maturité et par duration. Les obligations souveraines seront assimilées à des obligations corporates tout en considérant que les États sont plus sûrs que les émetteurs privés. Par la suite, une analyse des résultats des deux approches sera effectuée afin d'apporter des recommandations à l'entité qui pourra mieux gérer ce risque en interne selon son profil de risque.

<p><u>Mots clés</u> : Solvabilité 2, ORSA, crise de la dette souveraine, risque de crédit, risque souverain, risque de spread, risque de défaut, portefeuille obligataire, OCDE, Value-at-Risk.</p>

ABSTRACT

Insurance companies are highly exposed to sovereign risk through the bond compartment of European countries, which accounts for more than one third of total assets held. However, the standard formula excludes bonds issued by OECD countries from the scope of risky securities used to calculate the SCR for spread risk. The fragility of the European financial system following the Greek debt crisis in 2011 has prompted insurers to consider the possibility of taking into account the spread risk of OECD countries in an ORSA context.

Being the fundamental element of Pillar 2 of Solvency II, ORSA requires insurance companies to carry out an internal assessment of the risks to which they are exposed and measure the Standard Formula's adequacy, which is the framework for its capital adequacy calculation. This paper will attempt a new treatment for investments in OECD government bonds to meet these requirements.

Therefore, the objective of this paper is to estimate the impact of taking into account the spread risk of OECD government bonds on the solvency of Groupama's main life entity. To do this, two approaches will be used to calibrate the spread shocks. The first will consist of calibrating the shock factors using VaR 99.5% from Merrill Lynch indices and the second using a standard corporate formula approach, shifting the shocks by maturity and duration. Sovereign bonds will be assimilated to corporate bonds while considering that governments are safer than private issuers. An analysis of the results of the two approaches will then be carried out in order to provide recommendations to the entity which will be able to better manage this risk internally according to its risk profile

Key words : Solvency 2, ORSA, sovereign debt crisis, credit risk, sovereign risk, spread risk, default risk, bond portfolio, OECD, Value-at-Risk.

REMERCIEMENT

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M.Gebel ALOKPO, pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer mon alternance au sein de Groupama Assurances Mutuelles. Je le remercie pour tous ses conseils et de m'avoir fait confiance tout au long de cette expérience.

Mes sincères remerciements à M.Guillaume DIDIER, qui de façon bienveillante, m'a conseillé et à apporter de pertinentes remarques pour la réussite de mon mémoire.

Merci à mon tuteur académique, M. Aurélien COULOUMY qui a su m'encadrer et me conseiller jusqu'à la finalisation de ce mémoire.

Je voudrais aussi remercier chaleureusement Ducas YAPI, Actuaire IA, pour ses conseils, ses observations ainsi que l'intérêt et le regard critique portés sur mon mémoire tout au long de son élaboration.

Enfin, c'est avec tant d'émotion que je remercie d'un cœur sincère ma famille pour leurs prières, et qui malgré la séparation physique, m'ont toujours encouragé et soutenu sur tous les plans. Je sais qu'aujourd'hui elle est fière de moi et c'est la plus belle des satisfactions.

SOMMAIRE

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE 9

I Cadre Solvabilité 2 : directive prudentielle et les enjeux de la prise en compte du risque spread en assurance 10

1 Présentation du régime prudentiel Solvabilité 2 10

1.1 Les enjeux et les grands principes de la réforme 10

1.2 Présentation du dispositif ORSA 15

1.3 Modélisation du Capital de Solvabilité Requis (SCR) 16

1.4 Présentation des sous modules de risques pour le calcul de SCR 18

1.5 Mise en évidence du risque de crédit 20

2 Traitement du risque de spread des dettes souveraines dans la formule standard 23

2.1 Concept du risque souverain 23

2.2 Méthode de calcul du SCR spread dans la formule standard 25

2.3 Définition du Best Estimate 26

2.4 L'approche par la formule standard : les prêts et les obligations des États de l'OCDE traités comme des actifs sans risques 27

2.5 Le risque de spread souverains constituant un risque financier pour l'entité GGvie 28

II Calibration du choc de risque de spread souverain dans le cadre de l'ORSA : un risque complémentaire à la formule standard. 34

3 Approche 1 : Modélisation du risque de spread souverain à partir des VaR 99.5% issues des Indices Merrill Lynch . 34

3.1 Les données : les indices Merrill Lynch 34

3.2 Présentation des VaR historiques et Cornish Fisher 38

3.3 Calcul des VaR 99.5% et construction de la matrice des facteurs de chocs de spread 44

3.4 Analyse des résultats et lissage des données 46

4 Approche 2 : Retraitement de la matrice des facteurs de chocs proposés par EIOPA sur la base que les obligations d'états sont moins risquées que les obligations privées. 51

4.1 Présentation de la méthode de retraitement 51

4.2 Construction de la matrice des facteurs de chocs de spread à partir de la deuxième approche 53

5	Analyse des deux approches	54
III	Application au portefeuille d'étude et analyse des résultats	56
6	Présentation des outils de projection	56
6.1	L'outil de projection d'actif : What If	57
6.2	Outil ALM : Moses	59
6.3	Méthodologie de projection actif/passif dans l'outil Moses	62
7	Calcul du SCR spread et analyse des résultats	68
7.1	Méthodologie de calcul du SCR avant absorption dans le what if	68
7.2	Résultats et analyse des chocs	69
7.3	Calcul SCR spread après absorption par la provision technique dans Moses et analyse des résultats	71
8	Etude d'impact sur le portefeuille GGvie	75
8.1	Calcul du ratio de solvabilité et analyse d'impact	75
	CONCLUSION	77
	Annexe I : Catégories de rating des agences Moody's,SP et Fitch	84
	Annexe II : Facteurs de chocs selon la duration modi-fiée et la notation du titre obligataire pour le calibrage du risque de spread	85
	Annexe III : Organisation des portefeuilles et cantons	86
	Annexe IV : Description de l'Indices Merrill Lynch Euro Government Index	87

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Les obligations d'États sont soumises au risque souverain qui peuvent se traduire par un écartement de spread. En compensation de ce risque supporté, l'investisseur attend une majoration de la rentabilité de son investissement (appelée spread) par rapport au taux sans risque.

La crise des dettes souveraines qui a touché la zone euro en 2011 pousse les assureurs à envisager l'éventualité de la prise en compte du risque souverain dans un contexte ORSA, qui est un processus d'évaluation des risques et de la solvabilité par les assurances. En effet, la formule standard du Pilier 1 de Solvabilité 2 ne choque pas les obligations des pays de l'OCDE au titre du risque de spread. Cela a pour conséquence la non-prise en compte de ce risque dans l'évaluation du besoin en fonds propre des assureurs. Or, en tant qu'investisseurs institutionnels, les assureurs détiennent une part importante de dettes souveraines dans leurs portefeuilles notamment des placements sur les obligations émises par des États de l'OCDE, ce qui les expose au risque de défaut, au risque de changement de notation ainsi qu'au risque d'écartement de spread. Ainsi, le fait d'exclure les obligations des pays de la zone euro dans les titres risqués, devient problématique pour les assureurs, vu tous ces risques pourraient impacter leur solvabilité en cas de défaut des émetteurs.

L'objectif de ce mémoire est donc d'étudier l'impact du risque de spread sur tout le portefeuille d'actif en valeur de marché de Groupama Gan Vie (GGvie), filiale d'assurance vie de Groupama Assurances Mutuelles. Les chocs de spread des émetteurs privés resteront identiques selon la formule standard, mais des chocs additionnels seront apportés aux pays de l'OCDE, augmentant ainsi l'assiette de chocs de spread. Par conséquent, deux nouveaux calibrages de facteurs de chocs seront effectués. Il s'agira de :

- calibrer les facteurs de chocs pour les obligations souveraines en utilisant des VAR 99.5%, issues des indices de Merrill Lynch.
- puis une approche formule standard : assimiler les obligations souveraines à des obligations corporates en décalant les chocs par maturité et par duration tout en considérant que les émissions d'États sont plus sûres que les entreprises.

Nous analyserons à la fin de notre calibration les résultats des deux approches pour enfin évaluer l'impact du risque spread sur l'entité au travers de son ratio de solvabilité. Puis des recommandations seront apportées à l'entité afin qu'elle puisse mieux gérer en interne ce risque, suivant son profil de risque.

Première partie

Cadre Solvabilité 2 : directive prudentielle et les enjeux de la prise en compte du risque spread en assurance

Parmi les différents risques financiers auxquels font face les compagnies d'assurance, le risque de crédit des dettes souveraines devient de plus en plus inquiétant pour les assureurs et les établissements bancaires. Dans cette partie, nous allons rappeler le contexte réglementaire dans lequel s'inscrit ce mémoire et ensuite montrer la nécessité de prendre en compte le risque spread dans l'évaluation du capital de l'assureur sous la norme prudentielle Solvabilité 2. Nous rappelons à présent les enjeux de la réforme Solvabilité 2, tout en se focalisant sur les changements qu'elle a apporté en termes de nouvelles exigences en fonds propres ainsi que les dispositifs de gestion des risques des assureurs.

1 Présentation du régime prudentiel Solvabilité 2

1.1 Les enjeux et les grands principes de la réforme

Établie par l'Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles (AEAPP), superviseur assurantiel européen, la directive Solvabilité 2 a été mise en place de manière effective le 01 janvier 2016 et a pour enjeux d'harmoniser et de renforcer la réglementation prudentielle du secteur de l'assurance de la zone Euro et de garantir la solvabilité des assureurs.

Cette norme modifie en profondeur le régime prudentiel qui doit être appliqué aux organismes d'assurance. Elle comporte trois principaux volets appelés piliers :

Pilier 1 : les exigences quantitatives

Pilier 2 : les exigences qualitatives et les activités de contrôle

Pilier 3 : les exigences en termes d'informations prudentielles et de publication

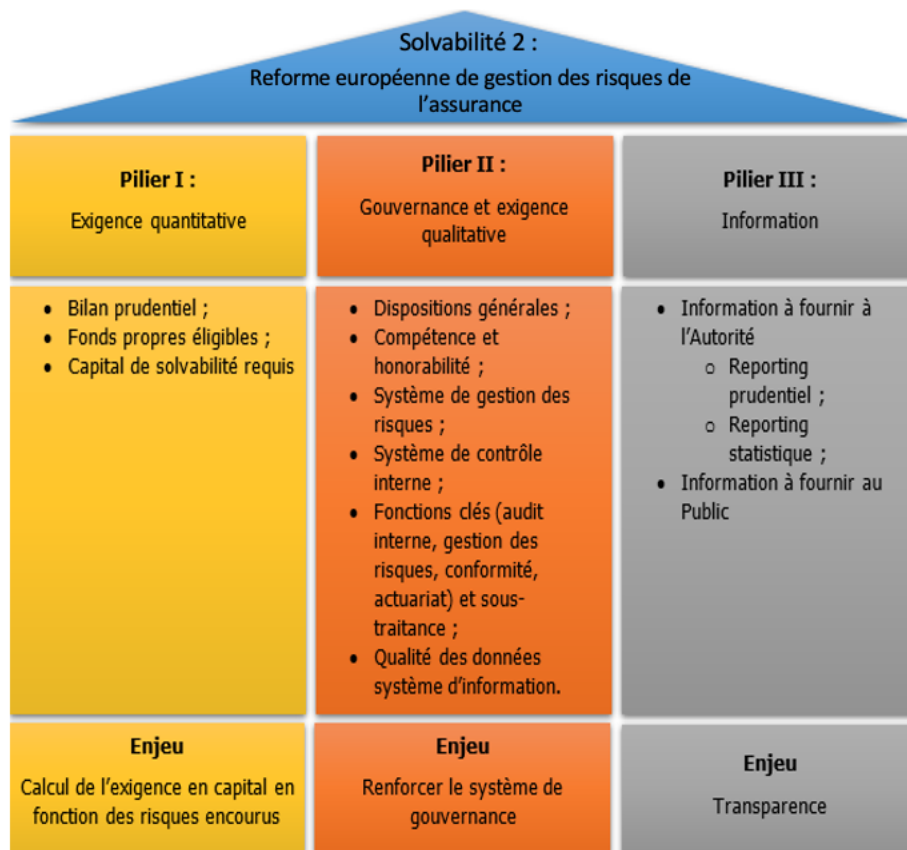


FIGURE 1 – Les trois piliers de la réforme Solvabilité 2

● Les Pilier 1 : les exigences quantitatives

Le pilier I de la Solvabilité II regroupe les exigences quantitatives, et définit les nouvelles règles de valorisation des actifs et des passifs. Il modifie en profondeur les modalités de calcul des exigences de capital. Les exigences de capital peuvent être calculées à partir de la Formule Standard, ou encore d'un modèle interne complet ou partiel. Les organismes peuvent également demander différentes autorisations relatives aux exigences quantitatives.

EIOPA a mis en place deux principaux indicateurs de solvabilité :

- **Le Capital Minimum Requis (MCR : *Minimum Capital Requirement*)** : est le niveau minimal de capital requis sous lequel le montant des ressources financières devrait ne pas tomber.¹. C'est donc le niveau de fond propre minimal en dessous duquel les intérêts des assurés se verraient sérieusement menacés si l'entreprise était autorisée à poursuivre son activité. Le MCR se trouve entre 25% et 45% du SCR.

1. Définition issue de la Directive (Article 70)

- **Le Capital de Solvabilité Requis (SCR : *Solvency Capital Requirement*)** : correspond au capital cible qu'il faut détenir. Le capital de solvabilité requis d'un groupe sur une base consolidée devrait prendre en compte la diversification globale des risques qui existe au sein de toutes les entreprises d'assurance et de réassurance de ce groupe afin de refléter de manière adéquate les expositions au risque dudit groupe ²

EIOPA est également chargé de fournir de manière régulière certaines informations techniques nécessaires à la valorisation du bilan Solvabilité II et au calcul du SCR, notamment :

- l'ajustement symétrique pour le sous-module "Actions" du risque de marché (le dampener)
- les courbes des taux sans risque de base par monnaie
- les corrections pour volatilité (volatility adjustment – VA) par monnaie et par pays
- les marges fondamentales par monnaie pour le calcul de l'ajustement égalisateur (matching adjustment – MA)

● **Pilier 2 : les exigences qualitatives**

Il s'assure de la solvabilité de l'assureur sur la base d'une vision incluant le plan stratégique de développement et adapté aux spécificités de l'entreprise. Ce pilier encourage ainsi les entreprises d'assurance et de réassurance d'adopter la démarche ERM (Enterprise Risk Management) afin qu'elles soient en mesure par elles-mêmes d'apprécier et de quantifier leurs risques.

Dans cette optique, les exigences relatives à l'ORSA décrites à l'article 47 de la directive, occupent une importante place dans la directive. Il revient notamment aux compagnies d'assurance de mettre en place non seulement un système de gestion des risques mais aussi un rapport qui doit être établi de manière régulière.

En outre, comme l'a été signifié dans l'article de presse publié par Optimind, le conseil d'administration (CA) voit ses prérogatives modifiées par le Pilier 2, consacré à la gouvernance et à la gestion des risques au travers de la création de quatre fonctions clés :

- la fonction de gestion des risques
- la fonction conformité
- la fonction actuarielle et de l'audit interne.

Les évolutions résultent précisément de la transposition du texte en droit français et de l'adaptation du concept anglo-saxon d'AMSB (« Administration, management or

2. Définition issue de la Directive (Article 101)

supervisory body »).

Une évaluation économique fondée sur le total du bilan. On en déduit que :

- les actifs sont valorisés en valeurs de marché , cela permet de mieux refléter la situation économique actuelle de l'entreprise.
- les passifs sont valorisés de façon cohérente avec le marché

Le passif est composé des provisions techniques en valeur Best Estimate , de la marge pour risque et des fonds propres.

Les fonds propres sont composés de :

- **ANR** : l'Actif Net Réévalué, il correspond en effet à l'actif net après traitements, c'est la richesse accumulée dans le passé par la compagnie. C'est une réévaluation des données patrimoniales et la détermination de la juste valeur des différents actifs et passifs tout en excluant les non-valeurs.

- **VIF** : Value of In Force, il correspond à la valeur actuelle des profits futurs générés par le portefeuille de contrats

Les provisions techniques se décomposent de manière suivante :

- **BE** : Best Estimate qui correspond à la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs tout en tenant compte de la valeur temporelle de l'argent.

- **RM** : Risk Margin correspond à la valeur actualisée du coût d'immobilisation du capital.

Le bilan économique des assureurs se retrouve donc modifié :

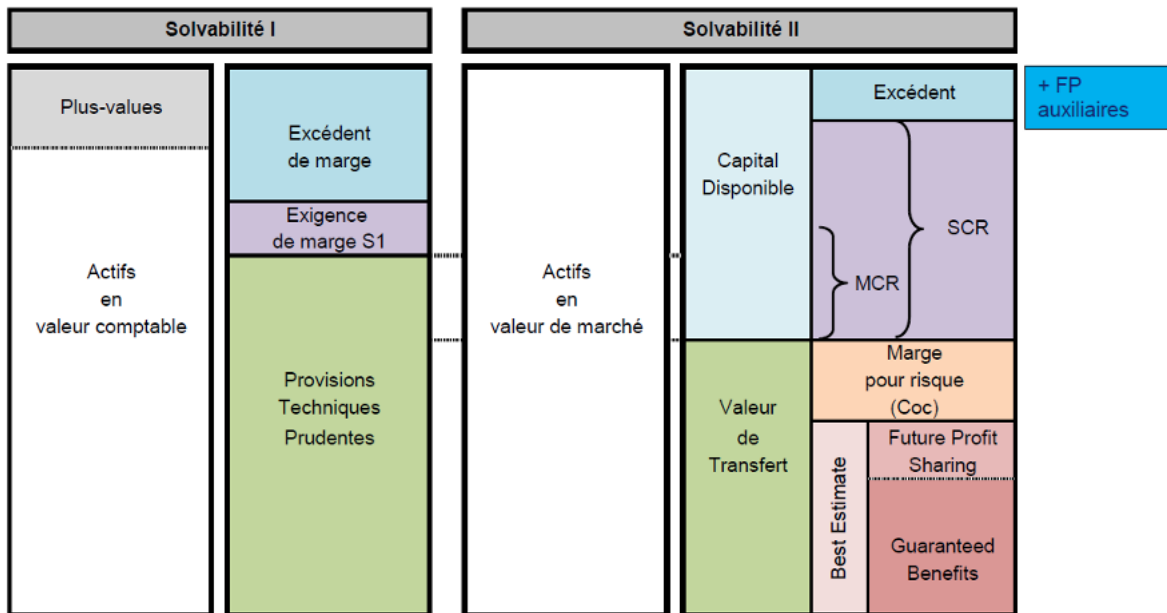


FIGURE 2 – De la vision prudente du bilan Solvabilité 1 à la vision « économique » du bilan Solvabilité 2

• Ses textes complémentaires

La directive a été complétée par des mesures d'exécution (niveau 2) composées d'Actes Délégués des mesures d'harmonisation (niveau 3).

- **Actes délégués ou règlement délégué**³ : ces actes mis en place par la Commission ont pour but de compléter ou modifier des "éléments non essentiels" au règlement européen. Ils constituent l'élément fondamental de règles uniformes applicables aux assureurs. Ils fixent également les paramètres de la formule standard. Le 30 septembre 2015, EIOPA publie un amendement à ces actes qui permet d'apporter plusieurs précisions sur le calcul du SCR action.

- **Normes techniques d'exécution (Implementing Technical Standards – ITS)**⁴ : ces normes présentées au travers d'une trentaine d'articles s'appliquent à l'ensemble du territoire européen et ont été établies afin de permettre à la Commission Européenne d'adopter des mesures limitées aux aspects techniques, n'impliquant aucune décision stratégique.

- **Orientations sur le processus de contrôle prudentiel (Guidelines)** : l'EIOPA a défini des orientations relatives au processus de contrôle prudentiel. Ces orientations

3. Règlement délégué (UE) 2015/35 de la Commission du 10 octobre 2014

4. Définit par le règlement d'exécution (UE) 2015/2450 de la commission du 2 décembre 2015

portent sur l'article 36 de la directive Solvabilité II et visent à identifier la manière dont une approche prospective et proportionnée fondée sur les risques, en matière de contrôle, peut être instaurée dans le cadre du processus de contrôle prudentiel.

1.2 Présentation du dispositif ORSA

L'autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR) définit L'ORSA, dans sa notice solvabilité 2 du 17 mai 2015, comme étant " *un processus interne d'évaluation des risques et de la solvabilité par l'organisme (ou le groupe). Il doit illustrer la capacité de l'organisme ou du groupe à identifier, mesurer et gérer les éléments de nature à modifier sa solvabilité ou sa situation financière.*" Autrement dit il revient aux entreprises d'assurance et de réassurance de définir leur propre profil de risque, d'établir leur stratégie de gestion des risques et d'effectuer le suivi permanent de son activité tout en justifiant les différentes décisions prises. L'ORSA n'est donc pas un outil de calcul d'exigence de fonds propres, mais plutôt un outil d'analyse de la sensibilité des résultats au profil de risque.

L'ORSA est également défini dans l'article 45 de la directive Solvabilité II et comporte obligatoirement trois évaluations :

- l'évaluation du besoin global de solvabilité
- l'évaluation du respect permanent des obligations réglementaires concernant la couverture du SCR, du MCR et des exigences concernant le calcul des provisions techniques
- l'évaluation de l'écart entre le profil de risque de l'entreprise et les hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis

En outre, l'EIOPA signifie que la prise en compte de l'ORSA ne signifie pas forcément une exigence de capital autre que le SCR et le MCR et n'exige pas forcément le développement d'un modèle interne. Comme cela a été dit dans le Règlement Délégé (UE) 2015/35 : *Afin de ne pas dépendre excessivement des notations externes, les entreprises d'assurance et de réassurance devraient viser à disposer de leurs propres évaluations de crédit pour toutes leurs expositions. Toutefois, compte tenu du principe de proportionnalité, elles ne devraient être tenues de disposer de leurs propres évaluations de crédit que pour leurs expositions plus importantes ou plus complexes.*

● Une vision prospective des risques

L'ORSA encourage par ailleurs les organismes à obtenir une vision prospective des risques encourus. La projection des facteurs de risques économiques et financiers est un élément central des analyses prospectives mises en place par les assureurs vie, tant pour le calcul des provisions que pour les choix d'allocation et la gestion des risques financiers. Cette projection est en pratique réalisée au travers des « générateurs de scénarios économiques » (GSE), qui alimentent les modèles de calcul de la valeur économique des actifs et des passifs et d'analyse de la distribution de cette valeur.⁵ Les assureurs doivent également évaluer l'impact qu'ont ces différents changements extérieurs sur leur solvabilité.

1.3 Modélisation du Capital de Solvabilité Requis (SCR)

Le SCR (Solvency Capital Requirement) correspond au capital économique dont a besoin la compagnie d'assurance ou de réassurance pour limiter la probabilité de ruine à 0,5% à l'horizon d'un an. Pour le calcul du SCR, Solvabilité II a proposé une formule standard qui a pour but de décomposer les risques encourus par l'assureur en plusieurs modules de risques :

- **risque de souscription en santé**
- **risque de contrepartie**
- **risque de marché**
- **risque de souscription en vie**
- **risque de souscription en non-vie**
- **risque pour les actifs incorporels.**

Ici chaque module est décomposé en plusieurs sous-modules et chaque sous-module caractérise un risque pour lequel est calculé le capital nécessaire, à l'aide de « stress test » qui définissent des scénarios économiques défavorables qui viennent impacter le bilan de la compagnie d'assurance.

La figure ci-dessous détaille ces modules tels que présentés dans les spécifications techniques du QIS 5 :

5. Construction et utilisation de GSE en S2, Frédéric.P Janvier 2020

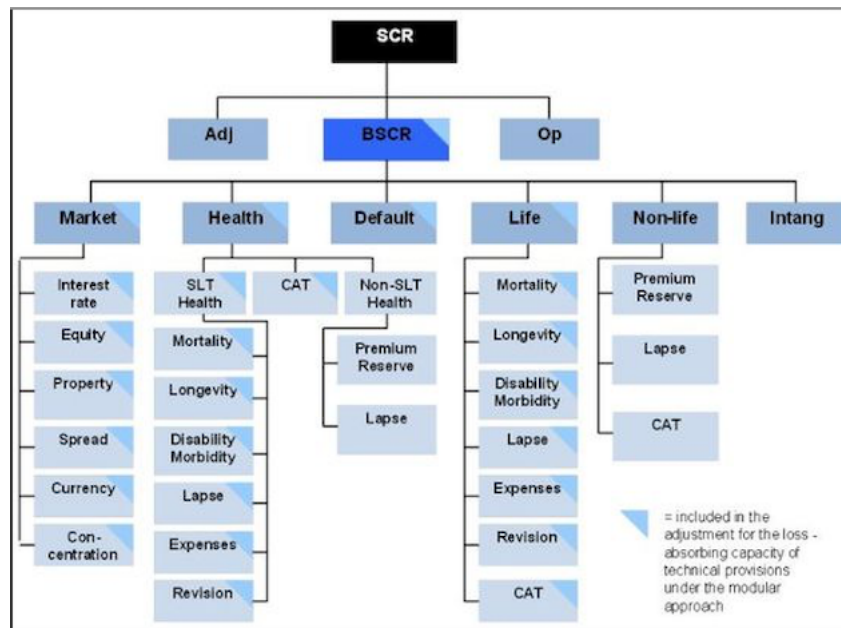


FIGURE 3 – Pieuvre solvabilité 2

Les différents capitaux de solvabilité calculés sont ensuite agrégés à l'aide de matrice de corrélation suivant un premier niveau d'agrégation au niveau des sous modules de risque et une deuxième agrégation effectuée au niveau des 6 modules de risques ; elle permet d'obtenir le BSCR (Basic Solvency Capital Requirement). Le SCR s'obtient alors par la formule suivante :

$$SCR = BSCR + Adj + SCR_{Op}$$

avec :

- BSCR : le capital requis de base résultant de l'agrégation des 6 modules de risques présentés dans la figure 3

- Adj : ajustement au titre de la capacité d'absorption des pertes des provisions techniques et des impôts différés

- SCROp : l'exigence de capital pour le risque opérationnel

Et

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} * SCR_i * SCR_j} + SCR_{intangibles}$$

SCR intangibles représente l'exigence de capital pour risque lié aux immobilisations incorporelles.

1.4 Présentation des sous modules de risques pour le calcul de SCR

GGvie étant la filiale d'assurance vie, elle est donc exposée aux différents risques de marché au regard de son activité première. Nous avons :

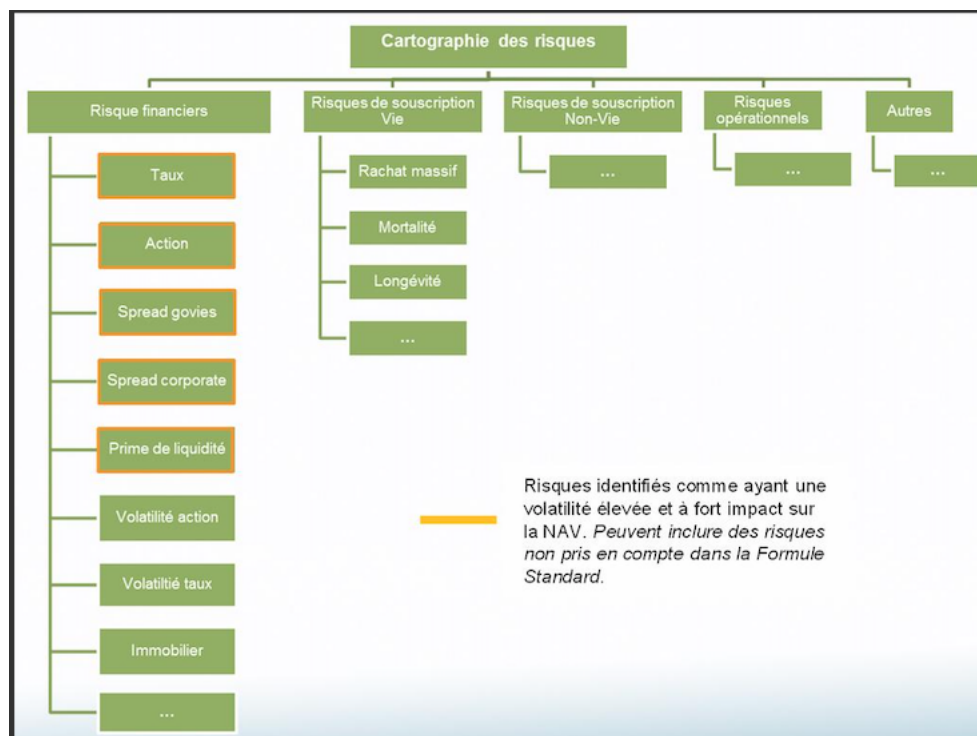


FIGURE 4 – Les risques financiers

Risque de Taux appelé aussi "risque de taux d'intérêt" est le risque dû à la variation du prix ou de la valorisation d'un actif. On peut considérer les différents cas suivants :

- Baisse des taux : il s'agira dans ce cas de figure des plus-values au niveau de la valeur des obligations. Néanmoins s'il advient que la durée des passifs est plus longue que celle des actifs, il se pourrait que les rendements des nouveaux actifs soient insuffisants pour permettre à l'assureur de faire face à ses engagements.

– Hausse des taux : nous obtenons dans ce cas une dépréciation de la valeur des obligations. Les taux établis par la concurrence peuvent encourager les assurés à racheter leurs contrats(dans le cas d’une assurance vie). La compagnie sera exposée non seulement au risque de rachat mais aussi à la vente de l’actif par anticipation pour pouvoir honorer engagements du rachat. Cela exposerait éventuellement la compagnie a un risque de liquidité.

Risque de liquidité : mesure la facilité avec laquelle un actif puisse être échangé (vente ou achat) dans un temps assez court sans effet significatif sur l’établissement de son prix. Dans la stratégie ALM, l’assureur doit être en mesure de vendre des actifs quand il en a besoin :

– soit en vue de faire face aux rachats donc par conséquent, d’honorer ses engagements vis-à-vis des assurés

– soit pour relancer un portefeuille (vente d’obligations dont la notation financière a baissé dans le but de les remplacer par celles qui ont de meilleures notations). C’est pourquoi il est important pour l’assureur de disposer d’actifs suffisamment liquides.

Risque action : plusieurs éléments de l’actif de la compagnie d’assurance sont sensibles aux variations des cours des actions. Ce risque correspond à la possibilité de subir une perte en capital entre le moment de l’achat et celui de la revente des titres. Cette potentialité est prise en compte par la prime de risque qui est l’écart de rendement attendu d’une action par rapport à un actif dit sans risque.

Risque Change : est celui auquel est exposé tout investisseur se portant acquéreur d’un actif libellé dans une autre devise que celle de son pays. La variation du taux de change peut entraîner des moins-values sur les titres en devises étrangères que possède la compagnie d’assurance. En effet, GGvie a en sa possession des actifs qui peuvent être cotés dans des pays qui ne sont pas membre de l’Espace Économique Européen (EEE) ou de l’Organisation de Coopération et de développement Économique (OCDE).

Risque Immobilier est relative aux différents instruments financiers dont la valeur de marché est sensible à l’évolution des cours et de la volatilité du marché de l’immobilier :

– immobilier coté : corrélation avec les actions à cours termes, une volatilité en

rapport avec cette corrélation, une liquidité élevée.

– immobilier non coté : diversification limitée, transparence faible, une prime d’illiquidité.

Risque de concentration : ce risque provient du fait que des portefeuilles plus concentrés sont moins diversifiés : les rendements des actifs sous-jacents sont alors davantage corrélés

Risque de crédit : est principalement composé du risque de défaut, le risque d’écartement de spreads de crédit et aussi le risque de changement de notation (risque de signature).

Dans la suite de notre étude nous mettrons l’accent sur la modélisation du risque de crédit qui est en effet le risque principal de notre étude.

1.5 Mise en évidence du risque de crédit

En tant qu’investisseur, les banques et les compagnies d’assurance doivent apprécier le risque de crédit que leur fait subir l’émetteur. Le risque de crédit est les risques financiers liées aux incapacités d’un agent (un particulier, une entreprise ou un état souverain) à payer un engagement de remboursement concernant un prêt ou une obligation, le risque de crédit est souvent mesuré par un spread. Plus le risque est élevé, plus le spread est grand pour le récompenser, en effet, cette différence de taux permet aux investisseurs de gérer les risques de crédit associés. Quand il s’agit d’une obligation corporate ou souveraine, le spread de crédit peut être évalué par une agence de notation, comme Moody’s ou Standard Poor’s, ou une note de crédit est attribué semestriellement ou annuellement suivant l’état financier de l’agent, avec laquelle les risques peuvent éventuellement mesurer quantitativement, souvent par des méthodes statistiques.

Le risque de spread est traité dans le sous-module risque de crédit pour le risque émetteur et le sous-module risque de contrepartie (Default) pour le risque de contrepartie en ce qui concerne les dérivés de crédit et les traités de réassurance notamment. Étant donné que notre étude porte sur le risque de spread d’émetteurs souverains, nous ne nous intéressons donc qu’au sous module risque de spread. Le module risque de spread s’applique aux obligations et aux prêts, aux positions de titrisation et aux dérivés de crédit.

● Les indicateurs du risque de crédit

Nous avons trois composantes distinctes du risque de crédit, à savoir :

- **Le risque de défaut**
- **Le risque de changement de notation**
- **Le risque d'écartement de spread**

Le risque de défaut : un risque inhérent aux emprunts et est défini comme étant le risque qu'un émetteur d'une dette ou d'une obligation ne soit plus en mesure de rembourser la totalité ou une partie du capital et des intérêts jusqu'à la maturité. Le risque de défaut se matérialise par une probabilité de défaut de l'émetteur et un taux de recouvrement.

Le risque de changement de notation : il s'agit du risque de dégradation de la valeur d'un actif causée par la baisse de la qualité de la signature (downgrading) de l'émetteur de la dette. Pour le détenteur d'une dette obligataire souveraine, il y a également un risque de perte de valeur de son titre en cas de dégradation de la qualité de crédit de cet État. Les notes sont établies par les agences de notation sur une échelle normalisée afin de faciliter la comparaison du risque entre émetteurs de pays et de secteurs différents. Aussi, ces notes permettent de mesurer les probabilités de défaut combinées avec la sévérité des pertes en cas de défaut.

Le risque d'écartement de spread : Il s'agit dans ce cas du risque de la baisse de la valeur d'un actif engendrée par une augmentation des spreads de crédit. Cette situation augmente la prime d'illiquidité ainsi que le rendement que les investisseurs exigent pour porter le risque. La composante « marché » du risque souverain peut être observée en cas d'augmentation de la valeur du spread de l'État, à savoir un accroissement de l'écart entre le taux d'emprunt de l'État et une référence du taux sans risque.

Spread de crédit = Taux de rendement actuariel - Taux de référence

Taux de référence peut être défini comme le taux d'intérêt constaté sur le marché des emprunts d'état de pays considérés solvables et d'organisations intergouvernementales pour la même devise et la même période.

Le taux de rendement peut être considéré comme le taux d'actualisation permettant d'égaliser la valeur aujourd'hui d'une série de cash-flows générée par le titre à son prix. Ainsi le taux d'intérêt est tel que si la valeur actuelle du titre était placée aujourd'hui à ce taux, jusqu'à l'échéance du titre, elle procurerait, à cette date, un montant égal à la somme des cash-flows encaissés successivement, ces derniers ayant eux-mêmes été

placés à ce même taux d'intérêt.

Le spread de crédit est donc la prime de risque exigée par les investisseurs pour acheter le titre risqué plutôt que l'actif sans risque. Plus la notation de l'émetteur est faible plus le spread est d'autant plus élevé. Par ailleurs, la notation du titre varie en fonction de la maturité du titre, de la santé financière de l'émetteur et de la conjoncture économique.

Parmi les trois différentes composantes du risque de crédit décrites ci-dessus, seul le risque d'écartement des spreads est évalué dans la formule standard via le SCR de spread. Le chapitre suivant décrira la façon dont est modélisé ce risque. Les deux autres risques (risque de défaut et de changement de notation) ne seront pas traités dans le cadre de ce mémoire.

● **Crédit rating**

La notation financière externe ou notation de la dette représente l'appréciation, par une agence de notation financière, du risque de solvabilité financière d'une entreprise, d'un État (« notation souveraine ») ou d'une autre collectivité publique, nationale ou locale, d'une opération (emprunt, emprunt obligataire, opération de financement structurée, titrisation, etc.) et l'attribution d'une note correspondant aux perspectives de remboursement de ses engagements envers ses créanciers.

En effet, sur le marché financier, des émetteurs émettent des titres afin de pouvoir répondre à des besoins spécifiques de financement. Les titres émis sont des reconnaissances de dettes et ont une échéance à laquelle le montant de l'émission devra être entièrement remboursé à l'acquéreur du titre, en plus des intérêts. Cependant avant même d'acheter un titre il est important de s'assurer de la fiabilité de cet émetteur car personne n'est à l'abri d'un défaut de remboursement. C'est pourquoi, la notation financière constitue pour les investisseurs, un critère clé dans l'estimation du risque qu'un investissement comporte, particulièrement dans le cadre de marchés financiers de plus en plus globaux qui rendent difficile la maîtrise de l'information et donc de tous les paramètres de risque. Notons que 3 agences se partagent une hégémonie sur le marché de la notation financière :

- Standard Poor's SP
- Moody's Investors Service
- Fitch Rating

Ces agences citées évaluent donc le risque de défaut d'un emprunteur sur ses dettes financières, appelé aussi sa signature. Le processus de notation peut être résumé de manière suivante :

Notations long terme			
	Moody's	Standard & Poor's	Fitch Ratings
Meilleure qualité, solvabilité maximale	Aaa	AAA	AAA
	Aa1	AA+	AA+
Haute qualité	Aa2	AA	AA
	Aa3	AA-	AA-
Qualité moyenne supérieure	A1	A+	A+
	A2	A	A
	A3	A-	A-
Qualité moyenne inférieure	Baa1	BBB+	BBB+
	Baa2	BBB	BBB
	Baa3	BBB-	BBB-
Spéculatif	Ba1	BB+	BB+
	Ba2	BB	BB
	Ba3	BB-	BB-
Très spéculatif	B1	B+	B+
	B2	B	B
	B3	B-	B-
À haut risque Ultra spéculatif	Caa1	CCC+	CCC
	Caa2	CCC	
	Caa3	CCC-	
En défaut, quelques espoirs	Ca	CC	CC
		C/CI/R	C
En défaut sélectif	C	SD	RD
En défaut		D	D

FIGURE 5 – Notations financières

2 Traitement du risque de spread des dettes souveraines dans la formule standard

2.1 Concept du risque souverain

Le « **risque souverain** » se définit comme la probabilité qu'un pays, ayant émis un emprunt n'honore pas l'une des obligations contractées au titre de cet emprunt (tout d'abord le paiement régulier des intérêts et ensuite le remboursement du principal à l'échéance) peu importe la raison. Aussi le risque de défaut d'un État est quasiment semblable au risque de défaut d'une entreprise à la différence que l'on ne peut contraindre un État à rembourser partiellement ou en totalité sa dette. Il est également un outil utilisé par les acteurs économiques étrangers dans leurs décisions d'investissement, et il constitue un point de référence pour les agences de notation Standard (Poor's SP, Moody's Investors Service, Fitch Rating) qui en déduisent un plafond pour la notation des pays concernés. Enfin il est évalué en estimant d'une part la capacité du pays à rembourser et d'autre part sa volonté à rembourser sa dette émise :

- La «**capacité de payer**» : est évaluée en se basant sur divers paramètres quantitatifs liés à la performance macro-économiques du pays concerné (croissance du PIB, balance des paiements courants), à la politique budgétaire et fiscale (dépenses publiques, prélèvements obligatoires) ou encore à la situation de la balance des paiements (part de la charge des intérêts dans la balance.
- La «**volonté de payer**» : est déterminée par les paramètres qualitatifs à savoir l'efficacité et la stabilité des institutions et des politiques publiques, ou aussi la transparence et la fiabilité des statistiques nationales et des structures administratives.

Le risque souverain est lié à deux autres risques :

- le «**risque pays**» qui se distingue du risque souverain est plus large, car il englobe le risque souverain d'un État ainsi que tous les autres risques reposant sur un pays. Il s'agit d'un ensemble de risques d'ordre réglementaire, politique, économique, financier, social et environnemental afférent à un pays et susceptible de peser sur la qualité de crédit des entreprises implantées dans ce pays et sur la qualité de crédit, des investissements ou transactions qui y sont réalisés.
- le **risque systémique et pro-cyclique** : L'autre grande spécificité du risque souverain est le risque de contagion et est d'autant plus fort au sein d'une union monétaire telle que la zone euro. Exemple : les difficultés de la Grèce se sont ainsi propagées à l'Irlande et au Portugal. Le modèle de Marshall-Olkin, Castellani, Mottura et Passalacqua (2013) a montré que la corrélation de défaut est maximale pour deux pays parfaitement symétriques (ayant la même probabilité de défaut marginale).

La pro-cyclicité est la tendance qu'ont les institutions financières à amplifier le cycle économique. Les agents sont amenés à prendre beaucoup plus de risque lorsque la conjoncture est bonne. En effet, en période de reprise économique, ils auront une aspiration à l'accumulation de nombreux risques et d'effets de levier d'endettement alors qu'en période de ralentissement économique, ils auront tendance à diminuer leurs expositions aux risques car en période baissière, la valeur de la plupart des actifs diminue ce qui impacte les fonds propres à la baisse.

2.2 Méthode de calcul du SCR spread dans la formule standard

Le SCR correspondant au risque de spread s'obtient par la formule suivante :

$$SCR_{spread} = SCR_{Bonds} + SCR_{Securisation} + SCR_{cds}$$

- SCR_{bonds} désigne le besoin en capital lié au risque de spread sur les obligations et les prêts (autres que les prêts hypothécaires au logements)
- $SCR_{securitisation}$ représente le besoin en capital lié au risque de spread sur les positions de titrisations
- SCR_{cds} désigne le besoin en capital lié au risque de spread sur les produits dérivés de crédits

Notre portefeuille d'étude étant composé essentiellement de titres obligataires et de prêts, nous réduirons le calcul du SCR_{spread} au calcul du SCR_{bonds} . La composition de notre portefeuille sera présentée dans le paragraphe 2.5.

Par ailleurs, il est important de noter que le SCR_{spread} est égale à la perte de fonds propres de base qui serait le résultat d'une diminution relative au $stress_i$ dans la valeur de marché de chaque obligation i .

$$SCR_{spread} = \Delta NAV = \Delta VM - \Delta BE$$

- NAV : Net Asset Value ou Actif Net Réévalué
- VM : Valeur de Marché du portefeuille
- BE : Best Estimate du portefeuille

$$SCR_{spread} = (VM_{choquee} - VM_{initiale}) - (BE_{choque} - BE_{initiale})$$

La valeur de marché stressée des titres exposés au risque de spread est :

$$VM_{choquee} = \sum_i VM_i * (1 - Stress_i)$$

- VM_i : valeur de marché initiale
- $Stress_i$: fonction qui dépend de la durée modifiée de l'obligation i exprimée en années ($duri$) et de sa notation (définie comme un échelon

de qualité de crédit dans les actes délégués).

où

$Stress_i = a_i + b_i * (Dur_i - borne\ infrieure\ del'intervalle\ de\ duration)$, avec $a_i = 0 \forall 0 < i \leq 5$

Avec les valeurs de a_i et b_i présentées dans la matrice des facteurs de chocs du règlement délégué présenté dans la figure suivante :

		AAA		AA		A		BBB		BB		NR	
Échelon de qualité de crédit		0		1		2		3		4		5 et 6	
Duration (duri)	stress _i	a _i	b _i	a _i	b _i	a _i	b _i	a _i	b _i	a _i	b _i	a _i	b _i
Jusqu'à 5 ans	$b_i * duri$	-	0,9%	-	1,1%	-	1,4%	-	2,5%	-	4,5%	-	7,5%
Supérieure à 5 et inférieure ou égale à 10 ans	$a_i + b_i * (duri - 5)$	4,50%	0,50%	5,50%	0,60%	7,00%	0,70%	12,50%	1,50%	22,50%	2,50%	37,50%	4,20%
Supérieure à 10 et inférieure ou égale à 15 ans	$a_i + b_i * (duri - 10)$	7,0%	0,5%	8,4%	0,5%	10,5%	0,5%	20,0%	1,0%	35,0%	1,8%	58,5%	0,5%
Supérieure à 15 et inférieure ou égale à 20 ans	$a_i + b_i * (duri - 15)$	9,50%	0,5%	10,9%	0,5%	13,0%	0,5%	25,0%	1,0%	44,0%	0,5%	61,0%	0,5%
Plus de 20 ans	$\min[a_i + b_i * (duri - 20), 1]$	12,00%	0,50%	13,40%	0,50%	15,50%	0,50%	30,00%	0,50%	46,50%	0,50%	63,50%	0,50%

FIGURE 6 – Matrice des facteurs de chocs présent dans le règlement délégué

2.3 Définition du Best Estimate

L'engagement de l'assureur est mesuré en Best Estimate en faisant la somme actualisée au taux sans risque de tous les flux futurs probables induits par son portefeuille de contrats. On se place dans une vision du portefeuille en run-off dans la mesure où l'on considère tous les flux futurs jusqu'à l'extinction des contrats. On calcule donc la somme actualisée des moyennes des engagements futurs pour l'assureur, ces engagements s'obtenant par différence entre les flux sortants et entrants projetés selon des hypothèses les plus réalistes possibles. En effet plusieurs hypothèses sont à définir dans le calcul du Best Estimate tels que les sinistres à venir, la frontière des contrats ou encore les frais généraux de la société. Et, bien que toutes les hypothèses retenues se doivent d'être traçables, les entreprises d'assurance restent libres de les définir.

Mathématiquement nous pouvons définir le Best Estimate par :

$$BE = \sum_{t=1}^{+\infty} \mathbb{E}_{\mathbb{Q}} \left[\prod_{s \leq t} \frac{1}{1 + r_s} (CF_t^{out} - CF_t^{in}) \right]$$

Avec

\mathbb{Q} la probabilité risque-neutre

CF_t les cash-flows entrants et sortants à la date de projection t

r_t le taux sans risque forward à la date t

Le calcul nécessite donc une démarche prospective et complète des engagements, dans un cadre cohérent avec l'approche globale retenue par Solvency 2 dans la détermination du SCR.

Nous également pouvons séparer les flux du Best Estimate en deux différentes catégories à savoir : les garanties et les bénéfices discrétionnaires.

$$BE = BEG + FDB$$

- BEG (Best Estimate of Garanties) est la somme actualisée des garanties futures
- FDB (Futures Discretionary Benefits) est la somme actualisée des valeurs des participations aux bénéfices futurs.

2.4 L'approche par la formule standard : les prêts et les obligations des États de l'OCDE traités comme des actifs sans risques

Comme vue précédemment, la détermination du niveau de pertes bicentennaires à couvrir se base sur une formule modulaire (figure 3) analysant indépendamment tous les risques (quantifiables) auxquels est soumis un organisme moyen. En ce qui concerne le calcul du capital requis au titre du risque de spread, la formule standard attribue un poids nul aux émissions notées AAA et AA et exclut globalement les obligations souveraines des États de l'OCDE. Tandis que les États non membres de l'Union Européenne subissent un choc à ce titre.

Par ailleurs, une autre limite au niveau du module spread relève non pas de la nature des titres inclus dans le calcul mais du type du choc appliqué en lui-même. En effet, le choc de spread est appliqué à niveau de rating constant, ce qui revient à garder une probabilité de défaut constante et à ne tester que la variation de la composante prime de marché du spread de crédit. Autrement dit, le risque de défaut avéré n'est pas testé dans la formule standard.

Aussi le fait que le poids des émetteurs souverains dans les portefeuilles des assureurs est prépondérant, comme c'est le cas de Groupama Gan vie, il nous semble alors primordiale de prendre en compte les risques liés à la détention des titres de ces États.

C'est donc dans cette optique que les autorités de contrôle européennes encouragent les compagnies d'assurance et de réassurance à prendre en compte ce risque dans leur évaluation de risques en interne.

Compte tenu du non-traitement de ce risque par la formule standard dans le pilier 1, il convient de mettre en place une méthodologie de modélisation du risque des dettes souveraines dans un contexte ORSA.

2.5 Le risque de spread souverains constituant un risque financier pour l'entité GGvie

● Présentation du portefeuille d'étude

Ce paragraphe a pour but de décrire le portefeuille d'étude afin de mettre en évidence l'exposition de GGvie sur les émissions d'obligations souveraines qui auraient un poids important sur l'ensemble du portefeuille. C'est également sur ce portefeuille que se feront les applications de modélisation du risque de crédit souverain.

Le portefeuille étudié est celui de GGvie au 31 décembre 2019 :

lib_societe	Groupama Gan Vie
date_situation	31/12/2019
SECTEUR	Poids
Actifs incorporels	0,12%
Actions côtées	3,33%
Actions non côtées	1,04%
Autres	0,01%
Cash et Equivalents	-0,43%
Dérivés actions	0,01%
Emissions privées financières	16,37%
Emissions privées non financières	15,83%
Emissions Souveraines et assimilées	59,13%
Emprunts	-2,10%
Immobilier de placement	4,41%
Immobilier d'exploitation	0,17%
OPCVM_NON_TRANSPA	0,13%
Prêts	1,02%
PROXY action protégée	0,96%
Total général	100,00%

Une étude de portefeuille a été effectuée dans sa globalité, afin de mieux connaître et affiner le profil de risque de l'entité. Les poids des secteurs constitutifs du portefeuille ont été mis en avant.

Au sortir de cette étude, une forte exposition au niveau des émissions souveraines et assimilées a été constatée, soit 59,13% du portefeuille d'actif en valeur de marché. Les émissions privées financières et non financières représentent respectivement 16,37 % et 15,83 %.

Au niveau de l'actif, le portefeuille est constitué de 6 grandes classes d'actifs à savoir : les émetteurs financiers, les émetteurs non financiers, les obligations covered, les OPCVM Obligataires et Diversifiés, les émetteurs souverains et assimilés et enfin une dernière classe composée d'autres actifs non soumis au risque de spread (actions, immobilier...). Actuellement chez GGvie, les 4 premières classes sont soumises aux chocs de spread avec les facteurs de la formule standard et la catégorie des covered est spécifique car elle bénéficie de chocs particuliers dans le calcul du SCR de spread.

Dans notre étude, en plus de ces 4 classes, les émissions souveraines seront également choquées conformément à notre l'objectif.

● Focus sur les émissions obligataires

Afin de mieux mesurer l'impact du risque de spread souverain dans le calcul du besoin global de capital à allouer dans le cadre de l'ORSA, le portefeuille d'étude est composé uniquement d'actifs obligataires.

Il est important de souligner que les émissions obligataires d'une compagnie, regroupent plusieurs éléments à savoir : les options de ventes (put) sur obligation, les dérivés, les fonds obligataires, billet de trésorerie, bons de trésor, les avances sur police, les titres, les prêts, les obligations d'états et privées etc...

Dans la suite, nous détaillerons les poids de ces différentes composantes des émissions obligataires de notre portefeuille.

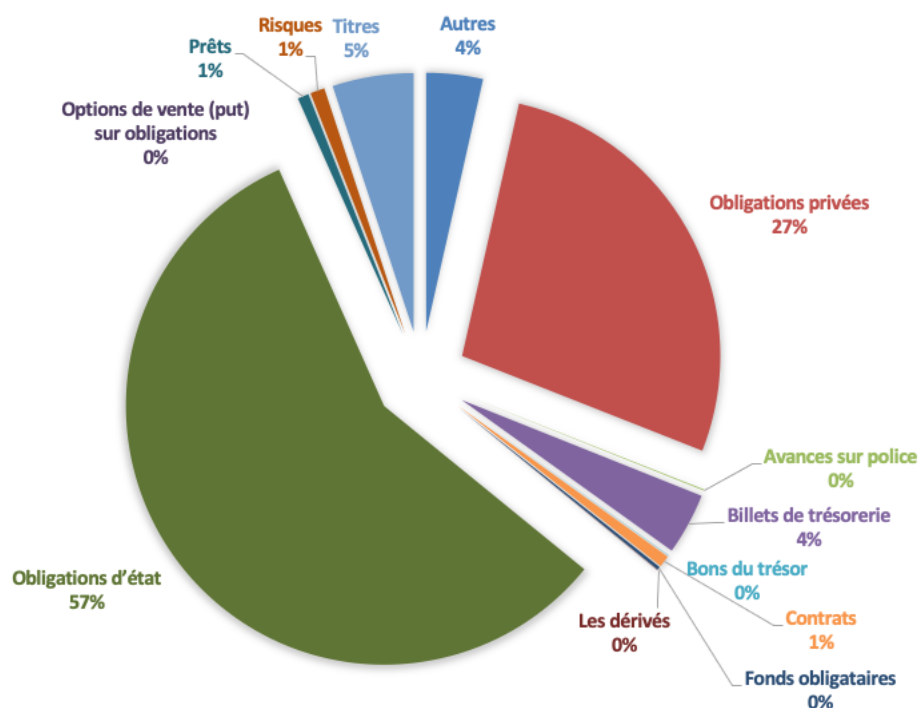


FIGURE 7 – Mise en évidence du portefeuille d'actifs de GGvie

En effet, en faisant un focus principalement sur les émissions obligataires, nous observons une forte exposition sur les obligations d'états, représentant 57% de tout le portefeuille vie de l'entité. Ce qui attire bien évidemment notre attention sur les risques que pourraient endosser l'entité en cas de défaut de ces pays et 27% pour les obligataires privées (corporate bonds).

La figure ci-après (figure 8) présente la répartition géographique des expositions du portefeuille govies et montre un fort biais d'investissement ainsi qu'une part prépondérante d'actifs investis dans les pays de la zone euro principalement sur les pays de l'OCDE.

Nous avons une exposition à l'État français de 56,8% du total de notre portefeuille, une part de 23,9% d'obligations émises en Italie (pays plus risqué compte tenu sa signature), 10,7% investies en Espagne, 4,1% sur les supranationaux, 2,1% investies en Belgique, 0,6% investis en Allemagne et enfin nous avons 1,6% dans le reste du monde.

En somme, en ce qui concerne les parts investies dans les pays de l'OCDE représentent près de 95 % des émissions obligataires souveraines (hors supranational).

PAYS	%_VM+IC
Allemagne (l')	0,6%
Autriche (l')	0,7%
Belgique (la)	2,1%
Canada (le)	0,1%
Chili (le)	0,1%
Chine (la)	0,0%
Espagne (l')	10,7%
France (la)	56,8%
Italie (l')	23,9%
Japon (le)	0,1%
Mexique (le)	0,1%
Pays-Bas (les)	0,5%
Pologne (la)	0,3%
supranational	4,1%
Tchéquie (la) / République tchèque (la)	0,0%

FIGURE 8 – Composition par émetteur du portefeuille obligataire souverain étudié

Mais dans ce mémoire nous ne retiendrons que ceux dont les poids sont prépondérants à savoir : la France , l'Italie, l'Espagne, les Supranationaux, et enfin la Belgique.

Pour conclure, face à cette forte exposition sur les obligations des États de l'OCDE, l'entité a jugé nécessaire de prendre en compte le risque souverain, au travers de cette étude. Un nouveau traitement pour les placements en obligations d'État sera effectué pour répondre aux exigences de l'ORSA.

● Répartition par ratings

En fin 2019, nous constatons dans la figure 9 que 58,6% de l'exposition obligataire de notre portefeuille correspond à des obligations notées AA, dont 64,5% des obligations de rating compris entre AAA et AA, soit des obligations de qualité de crédit haute et très haute si l'on se réfère au référentiel de notation.



FIGURE 9 – Exposition par rating du portefeuille govies

De manière globale, notre portefeuille est exposé principalement à des obligations de type Investment Grade (notes comprises entre AAA et BBB). Seulement 0,21% n'ont pas de notation (NR). Les pourcentages élevés des notation AA et BBB sont sûrement dû au fait que GGvie investit beaucoup plus en France et en l'Italie. Et enfin 10,7% pour la notation A est dû aux investissements de l'entité en Espagne. 5,2% de AAA concerne les Supranationaux et l'Allemagne. La répartition des ratings par pays sera plus présentée dans la figure 10.

Notre portefeuille semble donc relativement de bonne qualité. Mais la plus forte proportion de créances bien notées est aussi liée au fait que nous travaillons sur des titres souverains exclusivement. L'échelon de qualité de crédit se base sur la signature du pays. La table de correspondance entre échelon de qualité de crédit et notation est la suivante :

Pays	Coef_Moyen	Rating_Moyen
Allemagne	1	AAA
Supranational	1	AAA
France	2	AA
Belgique	2	AA
Espagne	3	A
Italie	4	BBB

FIGURE 10 – Notation pays

Nous analysons la répartition des ratings pondérée par les valeurs de marché des émissions (Coef Moyen), sur la base des ratings SP des pays émetteurs à fin 2019.

Dans l'ensemble, notre portefeuille semble donc être exposé à des émetteurs dont la qualité de crédit globale est jugée haute dans le référentiel des agences de notations.

Cette analyse de la contribution de chaque classe de rating à notre exposition totale en portefeuille s'avérera utile par la suite, et à deux titres principalement. Tout d'abord, cette analyse servira à mettre en perspective les résultats obtenus à l'aide de notre modèle d'évaluation du risque de crédit souverain dont l'un des paramètres d'entrée se base sur les ratings. Puis, cette analyse permettra de justifier en partie l'approche retenue pour la calibration des chocs de spread.

Deuxième partie

Calibration du choc de risque de spread souverain dans le cadre de l'ORSA : un risque complémentaire à la formule standard.

Selon l'Issue Paper sur l'ORSA publié par l'EIOPA en mai 2008, l'ORSA doit intégrer tous les risques qui pourraient conduire à une baisse significative des fonds propres économiques ou du niveau de protection des assurés. Cela englobe les risques pris en compte dans le cadre de la formule standard mais également tous les autres risques auxquels l'assureur est confronté, notamment le risque souverain. L'étude précédemment effectuée pour le module spread a en effet montré l'absence de prise en compte du risque émetteur souverain dans le calcul du capital réglementaire à allouer face au risque de spread. Or, le risque souverain n'est pas nul et est même très significatif dans notre portefeuille.

L'objectif de ce paragraphe est donc d'apporter une méthodologie de modélisation du risque souverain. Pour se faire, nous allons dans un premier temps, présenter les données utilisées pour calculer les VaR, à savoir les indices obligataires Merrill Lynch. Dans un second temps, la méthode utilisée pour mesurer le besoin de fonds propres à savoir une VaR à 1 an à 99,5% (approche proposée par l'EIOPA) sera exposée. Enfin la façon dont est construite la matrice des facteurs de chocs à partir des VaR sera également exposée. Il s'agira d'appliquer par la suite les facteurs de chocs spécifiques aux obligations souveraines. Chaque pays se verra affecter des coefficients de chocs spécifiques.

3 Approche 1 : Modélisation du risque de spread souverain à partir des VaR 99.5% issues des Indices Merrill Lynch .

3.1 Les données : les indices Merrill Lynch

Le paragraphe suivant est consacré à la présentation et à l'étude statistique des données qui vont être utilisées tout au long de cette étude.

Comme indiqué dans EIOPA (2014), « The underlying assumptions in the standard

formula for the Solvency Capital Requirement calculation » et CEIOPS (2009), « Draft CEIOPS' Advice for level 2 Implementing Measures on Solvency II : SCR Standard Formula, Article 109b, calibration of Market Risk Module » (CP 70), le calibrage des facteurs de risque Stressi pour les obligations et les prêts a été effectué sur les indices obligataires corporates de Merrill Lynch. Ce qui justifie notre choix pour ces indices dans le calcul des chocs des obligations souveraines dans un contexte ORSA. Ce sont des indices composés d'émissions privées souveraines, financières et non financières de la zone euro qui sont rééquilibrés mensuellement.

Les indices de Merrill Lynch constituent dans le cadre de cette étude la base de données sur laquelle vont s'appuyer nos calculs de VaR à 99.5% . Ces indices ont été extraits depuis la plateforme Bloomberg et couvrent une période de 20 ans : du 31 décembre 1999 au 31 décembre 2019. Le choix de la date de début se justifie par le fait que chaque indice a une date de début différente et pour une question d'homogénéisation du traitement des données, la date la plus récente de tous ces indices a été choisi et correspond à l'année 1999. La date de fin d'étude correspond à la date d'inventaire la plus récente choisi par GGvie (2019). L'extraction a été faite de sorte à rester fidèle au profil de risque de GGvie, dans la mesure où elle s'est faite en fonction des indices par pays et par notation prépondérant notre portefeuille, notamment les indices des pays de l'OCDE.

Il existe différents types d'indices à savoir :

- les indices **Bank of America Merrill Lynch Euro Government (ICE BOFA Euro Government)**
- les indices **Bank of America Merrill Lynch Euro Corporate (ICE BOFA Euro Corporate)**
- **Bank of America Merrill Lynch Euro Financial et Euro Non- Financial(ICE BOFA Euro Financial / Non-Financial**

Dans le cadre de notre étude nous utiliserons uniquement les indices Bank of America Merrill Lynch Euro Government (ICE BOFA Euro Government) notamment celles qui représenteraient le mieux le profil de risque de GGvie.

L'indice de référence est l'indice Bank of America Merrill Lynch Euro Government (BofA ML Euro Souverain). Cet indice permet de traquer la performance de dette souveraine émise par les États membres de la zone euro soit sur le marché des Eurobonds soit sur leur propre marché domestique. Les pays doivent être membres de la zone euro, avoir une notation de leur dette souveraine à long terme en devise étrangère Investment Grade (basée sur une moyenne des notes de Moody's, SP et Fitch) et avoir au moins une source facilement disponible et transparente de prix pour ses titres.

Par ailleurs, les maturités résiduelles des différents titres doivent avoir au moins un an avant la maturité finale, un coupon fixe et un montant d'émission minimum d'un

milliard d'euros. Les indices utilisés par notation se limitent à l'étude des titres de notation supérieure ou égale à BBB conformément au notation des pays constituant le portefeuille GGvie dans la zone euro .

Des indices « pays ». Les pays étudiés sont les suivants : Allemagne(AAA), France (AA), Belgique (AA), Espagne(A) et l'Italie (BBB).

Plusieurs indices sont des sous-indices de ces indices pays :

- Des indices découpés par tranches de maturités (3 tranches : 1-5 ans, 5-10 ans et > 10 ans) et de notation (4 notations allant du AAA au BBB). Ils sont au nombre de 14 dans cette étude. Il s'agit des indices BofA ML 1-5 Supranational, indices BofA ML 1-5 Allemagne, BofA ML 1-5 France, BofA ML 1-5 Belgique, BofA ML 1-5 Espagne, BofA ML 1-5 Italie, indices BofA 5-10 Supranational, BofA ML 5-10 Allemagne, BofA ML 5-10 France, BofA ML 5-10 Belgique, BofA ML 5-10 Espagne, BofA ML 5-10 Italie, BofA ML 10+ Supranational, BofA ML 10+ Allemagne, BofA ML 10+ France, BofA ML 10+ Belgique, BofA ML 10+ Espagne, BofA ML 10+ Italie.

Il est important de noter que les performances de ces indices pays utilisés pour cette étude ont été au préalable corrigées des performances de l'indice souverain allemand. Il s'agit donc de statistiques sur les performances des spreads des pays par rapport à l'Allemagne noté AAA (par rapport aux indices de l'Allemagne de maturités équivalentes) et sont présentées ci-dessous.

	Moyenne	Ecart type	Test Kolmogorov-Smirnov
Indice BofA ML 1-5 Supranational	0,08%	0,46%	18,40%
Indice BofA ML 1-5 France	-0,12%	1,79%	26,02%
Indice BofA ML 1-5 Belgique	0,08%	1,45%	19,22%
Indice BofA ML 1-5 Espagne	0,37%	1,68%	7,81%
Indice BofA ML 1-5 Italie	0,35%	0,98%	24,74%
Indice BofA ML 5-10 Supranational	0,13%	0,18%	18,10%
Indice BofA ML 5-10 France	-1,95%	2,45%	38,83%
Indice BofA ML 5-10 Belgique	-0,45%	1,45%	11,20%
Indice BofA ML 5-10 Espagne	-0,22%	1,28%	13,17%
Indice BofA ML 5-10 Italie	-0,35%	0,98%	16,12%
Indice BofA ML 10+ Supranational	-0,08%	1,63%	6,57%
Indice BofA ML 10+ France	-0,41%	0,80%	12,89%
Indice BofA ML 10+ Belgique	-0,43%	1,57%	5,22%
Indice BofA ML 10+ Espagne	-0,37%	1,68%	3,58%
Indice BofA ML 10+ Italie	-0,89%	0,82%	7,34%

FIGURE 11 – Statistiques observées sur les rendements annuels des sous-indices Merrill Lynch Pays

Les moyennes des indices BofA ML 1-5 France et BofA ML 5-10 France semblent « incohérentes » par rapport aux autres moyennes. Ces anomalies se retrouveront sûrement

dans les VaR calculées. Des explications seront apportées ultérieurement.

Le test de normalité de Kolmogorov Smirnov sur les indices souverains indique que les données des indices ne suivent pas des lois normales. Ceci nous conforte dans l'idée de rejeter l'hypothèse de normalité des rendements.

	Skewness			Kurtosis		
	1 à 5	5 à 10	10 +	1 à 5	5 à 10	10 +
Supranational	1,24809	-5,639766	-3,2841844	4,573776	4,813642	3,50134205
France	-2,10105	-2,396843	-0,1583932	6,332993	6,849949	4,6476739
Belgique	-0,93785	-2,189883	-3,9348221	1,583413	5,571198	0,4191866
Espagne	-1,6169	-2,246438	0,98700307	6,210617	2,286702	4,94424881
Italie	0,83991	0,262524	-4,3208606	2,303349	2,858974	2,86789889

FIGURE 12 – Tests de Skewness et de Kurtosis sur les rendements annuels des indices Pays

Des tests de skewness et de kurtosis ont également été effectués sur les rendements annuels des indices pays par tranche de maturité. Le skewness est une mesure classique de l'asymétrie. En effet, un skewness négatif correspond à un étalement à gauche de la distribution. A l'inverse, si le skewness est positif, la distribution est asymétrique à droite, caractérisée alors par un fort étalement à droite. Enfin, le skewness est nul lorsque nous avons une distribution symétrique du type de la loi normale.

Un kurtosis positif correspond à un aplatissement élevé donc une distribution avec des queues plus épaisses. Un kurtosis nul correspond à un aplatissement "normal" et un kurtosis négatif à un aplatissement faible donc une distribution avec des queues moins épaisses. Les changements dans le kurtosis de la distribution des prévisions doivent être associés positivement aux rendements des titres.

En outre, dans notre étude nous avons les valeurs des coefficients d'aplatissement qui sont très variées. Notons que le coefficient d'aplatissement d'une distribution normale est égal à 3.

3.2 Présentation des VaR historiques et Cornish Fisher

Ce paragraphe présentera les VAR retenues pour mesurer le besoin de fonds propres à savoir les VaR historiques et Cornish Fisher.

- **Définition Value-At-Risk**

La Value-At-Risk représente la perte potentielle maximale d'un investisseur sur la valeur d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs financiers qui ne devrait être atteinte qu'avec une probabilité donnée sur un horizon donné. Elle peut être considérée comme un quantile de la distribution de pertes et profits associée à la détention d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs sur un horizon de temps figé . La VaR répond également aux exigences réglementaires sur le niveau des fonds propres des assureurs de la zone euro au travers du calcul de SCR.

Les différents SCR sont en effet calibrés pour délivrer un choc cohérent avec une VaR à 99,5%. C'est ce qui justifie le choix d'une VaR à 99.5% sur un horizon d'un an pour cette étude, afin de se conformer à l'approche retenue par EIOPA.

Soit le rendement r_t suivant la loi des pertes et profits avec pour fonction de répartition connue en T_0 notée F , avec $F(x) = P(X < x)$ la probabilité que la variable aléatoire X prenne une valeur inférieure à x , alors

$$P[r \leq VaR_\alpha] = 1 - \alpha$$

devient

$$F(VaR_\alpha) = 1 - \alpha$$

soit

$$VaR_\alpha = F^{-1}(1 - \alpha)$$

Pour éviter d'omettre le signe moins devant la perte et donc afficher une VaR positive, nous avons donc :

$$VaR_\alpha = - F^{-1}(1 - \alpha)$$

Les VaR seront positives dans la suite de ce mémoire, bien que les calculs soient proposés à partir d'une distribution de pertes et profits.

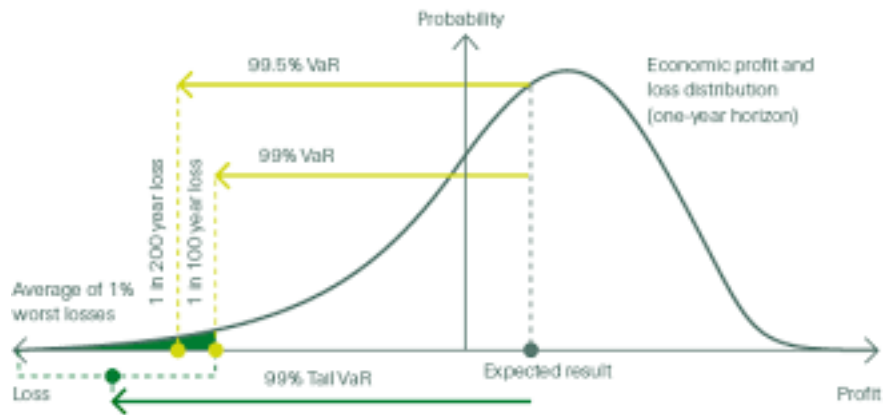


FIGURE 13 – Présentation graphique de la VaR sous distribution Normale

● Hypothèses nécessaires au calcul de la VAR

La détermination de la Value-At-Risk repose essentiellement sur trois hypothèses :

- **l'hypothèse n°1** : concerne la normalité des distributions considérées.
- **l'hypothèse n°2** : le lien entre une VAR à N jours et une VAR à 1 jour. On considère à cet effet que la VAR à N jours est égale à la racine carré de N multipliée par la VAR 1 jour.
- **l'hypothèse n°3** : le rendement moyen d'un actif financier est nul pour la période considérée.

● Les paramètres

La notion de VaR fait apparaître les trois éléments clés :

- L'horizon de détention
- Le niveau de confiance.
- La loi de distribution des pertes et profits du portefeuille

Le premier point étant le plus délicat, il se détermine suivant les actifs détenus dans notre portefeuille.

- **L'horizon de détention :**

L'horizon correspond au temps pendant lequel notre portefeuille va subir des fluctuations du marché donnant lieu à des pertes ou des profits. Plus l'horizon est long, plus les pertes peuvent être importantes pour une distribution normale de rendements.

Aussi, le calcul du nombre VaR suppose implicitement que la composition du portefeuille reste inchangée durant la période de détention choisie. Cette hypothèse est donc d'autant plus plausible que l'horizon considéré est court puisque, en réalité, les positions peuvent varier fréquemment, notamment pour couvrir le risque.

Bien que chaque période de détention soit propre à chacun des assureurs, les autorités de régulation exigent des horizons communs dans le cadre des procédures de validation de la Value-At-Risk. Par ailleurs, plusieurs facteurs affectent le choix de l'horizon de la VaR.

- Le niveau de confiance :

Compris entre 0 et 1, il représente le pourcentage de chance pour que le montant de la perte dépasse la valeur définie par la VaR. Il permet de contrôler la probabilité que l'on obtienne un rendement supérieur ou égal à la VaR. Mieux vaut que le niveau de confiance ne soit pas trop élevé, sans quoi une perte supérieure à la VaR s'observera difficilement.

Une période d'observation plus longue est nécessaire dans le but d'accumuler suffisamment de données et donc d'obtenir des résultats plus fiables. Il est donc important de choisir un niveau de confiance permettant la vérification régulière des estimations.

Etant donné que plus l'aversion au risque est élevée, plus les gestionnaires désirent détenir suffisamment de fonds propres pour couvrir des rendements très bas et donc plus ils choisiront un degré élevé de confiance dans le calcul de la VaR. Dans cette étude, nous choisirons le seuil de confiance proposé par EIOPA pour le calcul de VaR dans le cas du portefeuille GGvie convient aux vues de son aversion au risque.

- La loi de distribution des pertes et profits du portefeuille :

Il existe trois principales méthodes pour estimer la distribution des pertes. Nous distinguons trois différentes méthodes pour effectuer le calcul de la VaR :

- la méthode paramétrique.
- la méthode historique.
- la méthode de Monte Carlo.

Il est important de préciser que la méthode retenue par l'EIOPA est la méthode para-

métrique.

● Présentation de la méthode paramétrique

Dans un premier temps, nous cherchons de façon explicite la loi de distribution paramétrique de la fonction de pertes et profits. Les différentes propriétés de cette loi théorique sont utilisées pour estimer le quantile de la distribution. Les étapes sur quoi s'appuie cette méthode sont les suivantes :

- **étape n°1** : cette étape repose sur la décomposition des actifs financiers constitutifs du portefeuille en fonction des différents facteurs de risques dont est soumis le portefeuille de l'entité (taux de change, indices actions, obligations de différentes maturités ...). Mais dans notre étude il s'agira de l'écartement de spread.

- **étape n°2** : elle consiste à déterminer tout d'abord les lois paramétriques en fonction de la distribution des facteurs de risques puis estimer les paramètres de ces lois à partir de méthodes statistiques usuellement utilisées (méthode des moments ou du maximum de vraisemblance). La loi normale est principalement caractérisée par deux paramètres à savoir : sa moyenne et variance. Elle est la loi de probabilité qui est la plus couramment utilisée pour caractériser les rendements financiers tout en tenant compte de la simplicité des calculs.

- **étape n°3** : nous déterminons la Value at Risk par la détermination du quantile associé au niveau de probabilité choisie. La VaR globale du portefeuille se détermine en prenant en compte les différentes corrélations entre les facteurs de risques par la matrice des variances-covariances. La VaR d'une distribution normale s'écrit de la manière suivante :

$$VaR(T, \alpha) = \mu_T + \rho_T * k_{1-\alpha}$$

avec

- α : le niveau de probabilité
- T : l'horizon de détention
- μ_T : la moyenne de la distribution en T
- ρ_T : l'écart type de la distribution en T
- $k_{1-\alpha}$: le quantile de la loi normale standard associé au niveau de probabilité α

Néanmoins, avant l'utilisation de la méthode paramétrique, il convient de s'assurer de l'adéquation de la distribution statistique observée avec la distribution théorique

donnée en l'occurrence la distribution d'une loi normale. Il s'agira de savoir si les écarts observés entre la distribution observée et la distribution théorique de la loi normale ne sont trop importants pour que l'on puisse accepter ou réfuter l'hypothèse selon laquelle la distribution observée suit bien une loi normale. La visualisation de la forme de distribution des données en les représentant sous forme d'histogramme est d'établir puis de comparer la forme de cet histogramme avec une courbe représentant une loi normale.

Par la suite, les tests de normalité de Kolmogorov Smirnov sont effectués afin de confirmer ou infirmer cette intuition visuelle graphique. C'est effectivement ces tests qui ont été effectués sur les indices Merrill Lynch et ont indiqué que les données ne suivent pas des lois normales.

En outre, la méthode paramétrique demande de respecter l'hypothèse de normalité des variations des facteurs de risques, or dans notre cas en particulier, nous avons une distribution de spread de crédit qui ne suit pas la loi normale et qui est dissymétrique. Nous utiliserons donc une extension à la loi normale permettant une meilleure approximation des distributions réelles en prenant en compte les moments d'ordre 3 et 4 (La skewness et la kurtosis).

Il s'agit de la même logique que précédemment mais nous n'utiliserons plus le quantile d'une loi normale basée sur ses deux premiers moments mais plutôt sur ses quatre premiers moments.

Le développement de Cornish Fisher fournit alors directement une approximation de la VaR à partir des 4 premiers moments de la distribution.

● Présentation de la VaR Historique

Cette méthode de calcul est essentiellement basée sur l'observation du comportement historique du portefeuille. La VaR historique est la plus simple à mettre en œuvre et il suffit alors d'utiliser l'historique des prix pour un instrument côté (indice par exemple) alors que pour un portefeuille, il faut reconstituer sa valeur passée à partir du prix des différents actifs et de la composition actuelle du portefeuille. La série historique des prix permet alors de calculer les rendements des titres et de les ordonner par ordre croissant. Mais avec à Bloomberg, il est possible d'extraire directement les rendements quotidiens ou annuels de chaque titre (méthode que nous avons bien évidemment choisie). Le quantile est alors déduit de la construction de la distribution empirique des données. La VaR estimée correspond à la perte au 0,5ème centile (définie par la perte équivalente à la probabilité de 99,5%).

Cette méthode nécessite peu de calcul et ne nécessite pas d'hypothèses préalables sur la forme de la distribution. Elle peut facilement prendre en compte les différents phé-

nomènes distributionnels particuliers (comme les queues de distributions longues) que d'autres modèles ont du mal à expliquer. Cependant, elle présente de nombreuses limites à savoir :

- L'historique des données doit être suffisamment grande par rapport à l'horizon de la VaR ainsi que son niveau de confiance, mais pas excessivement pour être sûre que la loi de probabilité n'ait pas trop changé sur la période.

- En outre, la capacité de pouvoir envisager le futur à partir du passé fait partir de l'hypothèse sous-jacente à la simulation historique. Mais les différentes variables du marché ne sont malheureusement pas stationnaires ainsi que la volatilité qui peuvent être très élevée ou très faible. Le calcul de la Var qui permet d'établir les chocs de la formule standard devrait être réévalué chaque année pour tenir compte des données de l'année qui vient de s'écouler.

• Présentation du développement Cornish Fisher

La formule suivante de cornish fisher est celle qui sera utilisée dans la suite de notre étude pour le calcul du SCR spread.

$$VaR(T, \alpha) = \mu + \sigma[k_{1-\alpha} + \frac{S_k}{6}(k_{1-\alpha}^2 - 1) + \frac{K_u}{24}(k_{1-\alpha}^3 - 3k_{1-\alpha}) - \frac{S_k^2}{36}(2k_{1-\alpha}^2 - 5k_{1-\alpha})]$$

Avec :

- ρ l'écart type de la distribution
- μ la moyenne de la distribution
- S_k (Skewness) le coefficient d'asymétrie de la distribution
- K_u (Kurtosis) le coefficient d'aplatissement de de la distribution.

Le Skewness se caractérise par le moment centré d'ordre 3 et se décompose de la manière suivante :

$$S_k = \frac{E[X-E(X)]^3}{\sigma^3}$$

si $S_k = 0$ alors la distribution est symétrique

si $S_k > 0$ alors la distribution est dissymétrique étalée vers la droite

si $S_k < 0$ alors la distribution est dissymétrique étalée vers la gauche

Le Kurtosis K_u quant à lui est caractérisé par le moment centré d'ordre quatre et s'écrit de la manière suivante :

$$K_u = \frac{E[X-E(X)]^4}{\sigma^4}$$

C'est en effet, cette méthode qui est utilisée par l'EIOPA et présentée dans le CP 70 étant donné que la rentabilité des actifs financiers ne suit pas la loi normale.

3.3 Calcul des VaR 99.5% et construction de la matrice des facteurs de chocs de spread

L'objectif à présent est de calculer de nouvelles valeurs des coefficients a_i et b_i des facteurs de chocs Stressi à partir des indices Merrill Lynch présentés ci-dessus. La formule de calcul du facteur de choc stressi est la suivante :

$$\text{stress}_i = a_i + b_i * (\text{Dur}_i + \text{borne basse de la tranche de duration modifiée})$$

Cette méthode de calcul est celle établit par EIOPA. Nous ne pourrons pas reproduire avec exactitude les travaux de l'EIOPA concernant la construction de la matrice des facteurs car plusieurs hypothèses simplificatrices ont dû être effectuées à plusieurs reprises pour palier la faiblesse d'informations disponibles dans le document de référence. Mais la méthode a été bien appréhendée pour nous permettre de l'appliquer à nos VaR.

En premier lieu, les calculs de VaR issues des indices Merrill Lynch seront présentés et ensuite nous verrons comment nous avons décidé de gommer les impacts des différentes crises financières en corrigeant certaines données. Pour terminer ce paragraphe, le passage des VaR aux facteurs de chocs sera détaillé.

- **Calcul des VaR historiques**

La période sur laquelle les VaR ont été calculées est du 31 décembre 1999 au 31 décembre 2019. Dans notre étude, les performances annuelles des indices souverains ont été directement extraites sur Bloomberg Lp.

Ces performances annuelles ont ensuite été retraitées des performances annuelles des indices Allemand de mêmes maturités dans le but d'isoler la composante spread de ces indices. Les variations annuelles obtenues ont donc été triées par ordre croissant puis les probabilités cumulées d'occurrences de ces variations ont été calculées.

La VaR historique qui est ainsi retenue est la performance relative à la probabilité cumulée équivalente à 0,5%.

Les VaR historiques calculées sont les suivantes :

	Supranational	France	Belgique	Espagne	Italie
Maturité	VaR Hist	VaR Hist	VaR Hist	VaR Hist	VaR Hist
1 à 5	0,55%	2,09%	0,49%	3,38%	2,75%
5 à 10	0,49%	6,90%	2,78%	2,90%	4,96%
10 +	2,06%	2,09%	4,65%	4,82%	14,45%

FIGURE 14 – VaR 1 an (99,5%) historiques des sous-indices Merrill Lynch Euro

Nous constatons des VaR historiques assez incohérentes au niveau de la Belgique et de l'Italie pour les maturités comprises entre 1 et 5. Comme nous le savons, les VaR historiques sont très sensibles à la volatilité des rendements ce qui impacte fortement les VaR. C'est l'une des raisons pour laquelle cette VaR ne sera pas utilisée pour le calcul des facteurs de chocs. Pour rappel, le supranational est une entité qui se situe au-dessus des gouvernements de chaque nation et sur lequel l'investissement est plus sûr que sur les pays.

L'obtention de VaR élevées sur les émetteurs A de maturités comprises entre un et cinq ans puis entre cinq et dix ans, attire en effet toute l'attention.

• Calcul des VaR Cornish Fisher

Les VaR Cornish Fisher ont été calculées suivant l'équation du développement de Cornish Fisher présenté plutôt. La manière la plus basique de calculer une VaR paramétrique, selon le CP70, est d'utiliser la formule suivante, basée sur les deux premiers moments d'une distribution :

$$VaR(T, \alpha) = \mu_T + \sigma_T * k_{1-\alpha}$$

Cependant, étant donné que cette méthode n'est pas applicable pour des queues épaisses et pour des distributions non symétriques par rapport à la moyenne, nous ne pourrions donc pas l'appliquer. En effet, les spreads de crédit présentent des queues épaisses (révélés par l'étude des coefficients d'aplatissement) et des événements négatifs significatifs

(mis en évidence par l'étude des coefficients d'asymétrie). Les moments d'ordre 3 et 4 de distributions non normales seront donc pris en compte au travers de l'utilisation du développement de Cornish Fisher afin de dépasser ces limites (comme précisé dans le CP 70).

L'équation du développement de Cornish Fisher a été appliquée en utilisant les moyennes, variances, coefficients d'asymétrie et d'aplatissement calculés sur la base des données historiques.

Les VaR Cornish-Fisher calculées à partir des indices pays sont les suivantes :

	Supranational	France	Belgique	Espagne	Italie
Maturité	VaR CF	VaR CF	VaR CF	VaR CF	VaR CF
1 à 5	0,22%	3,54%	0,86%	2,50%	3,09%
5 à 10	0,80%	5,13%	3,10%	3,19%	4,82%
10 +	2,73%	3,48%	6,27%	6,67%	16,14%

FIGURE 15 – VaR1 an (99,5%) Cornish Fisher des sous-indices Merrill Lynch Euro

Les VaR obtenues reflètent bien les risques pays à travers la notation de chaque pays. En effet, les notes conditionnent les capacités d'emprunt des États et d'une certaine façon déterminent les taux d'intérêt proposés par les investisseurs sur le marché obligataire. Plus le pays est mal noté et plus la durée est grande, plus le risque est augmenté.

Néanmoins, nous observons une certaine incohérence avec les VaR Cornish Fisher de la France pour les maturités comprises entre 1 et 5, entre 5 et 10. Des explications plausibles seront exposées plus tard. Aussi un lissage de données sera effectué afin de corriger cette incohérence.

Dans la suite de notre étude, nous utiliserons la VaR Cornish Fisher pour le calcul des facteurs de chocs conformément à l'approche utilisée par l'EIOPA .

3.4 Analyse des résultats et lissage des données

- **Constat de VaR élevées pour la France**

Nous observons des VaR Cornish Fisher importantes sur la France (émetteur A), au

point qu'elles soient plus élevées que les VaR de la Belgique (émetteur AA), l'Espagne (émetteur A) et l'Italie (émetteur BBB) sur la tranche allant de 1 à 5 ans et de 5 à 10 ans. La VaR de l'Italie pour les maturités de plus de 10 ans est plus élevée que l'ordre attendu, ce qui peut pénaliser encore plus le pays. En ce qui concerne les VaR de la Belgique et de l'Espagne obtenues, elles sont relativement cohérentes sur les trois maturités.

Afin de construire une matrice des chocs stressés cohérente (à savoir des chocs croissants avec la maturité des titres), il est nécessaire de corriger la VaR de la France. Ainsi la VaR définie dans la figure 15 sur la France, à savoir les VaR de 3,54%, 5,13%, seront reprises. Ce choix reste prudent (utiliser des VaR encore plus forte pour la France de maturités comprises entre 1 et 10 ans, manquait de réalisme compte tenu de sa notation). Par ailleurs, afin de moins pénaliser les obligations de maturité de plus de 10 ans, nous allons corriger la VaR de l'Italie dans cette tranche.

L'explication de ces VaR importantes pour la France et pour l'Italie vient d'abord des valeurs aberrantes de rendements négatifs observées dans les périodes de crises (2009-2011) et aussi du poids des émetteurs dans les indices et notamment le rang de séniorité des titres composants les indices. En effet, les sous-indices de notation AA et BBB sont fortement pondérés. Beaucoup de ces titres ont été très fortement décotés lors des différentes crises financières survenues entre 1999 et 2012. La composition de ces indices influe mécaniquement sur les performances des indices sur la période et donc sur les VaR historiques et les VaR Cornish Fisher.

• Lissage des données pour gommer l'impact de la crise financière

Comme l'EIOPA, nous avons choisi de gommer l'effet de la crise en retraitant les données. C'est pourquoi l'on observe une certaine « homogénéité » dans les facteurs de chocs de la matrice finale.

La première solution pourrait être un lissage sur les indices Merrill Lynch en retraitant des indices souverains mais une solution alternative a été effectuée par un autre traitement des données. Le retraitement a consisté à supprimer les valeurs aberrantes des rendements identifiés à des dates bien spécifiques reconnues comme étant des périodes de crise, la période de la crise financière sur les indices (2009 et 2011 par exemple). En effet, si l'on arrête la période d'observation au 15 septembre 2008 par exemple (date de la faillite de Lehman Brothers), les VaR de l'Italie, Espagne, France ont fortement diminuées. Cela permet d'avoir des données plus faibles pour les émetteurs notés AA, A et BBB ainsi que des données croissantes avec la maturité des titres.

Après ces ajustements, nous obtenons des VaR plus cohérentes dans la mesure où les VaR de la France sont maintenant plus faible que l'Italie, l'Espagne et la Belgique.

Les VaR historiques calculées après lissage des données sont les suivantes :

	Supranational	France	Belgique	Espagne	Italie
Maturité	VaR Hist	VaR Hist	VaR Hist	VaR Hist	VaR Hist
1 à 5	0,55%	0,94%	0,49%	3,38%	2,75%
5 à 10	0,49%	0,94%	2,78%	2,90%	0,49%
10 +	2,06%	2,09%	4,82%	4,78%	10,45%

FIGURE 16 – résultats des lissages

Les VaR Cornish-Fisher calculées à partir des indices pays sont les suivantes :

	Supranational	France	Belgique	Espagne	Italie
Maturité	VaR CF	VaR CF	VaR CF	VaR CF	VaR CF
1 à 5	0,22%	0,28%	0,86%	3,09%	3,09%
5 à 10	0,80%	2,13%	3,10%	3,19%	4,82%
10 +	2,73%	3,48%	6,27%	6,67%	11,19%

FIGURE 17 – VaR Cornish Fisher après lissage

Il est maintenant possible de constituer une matrice de facteurs de chocs conformément à celle proposée par l'EIOPA dans la formule standard pour le calcul du SCR de spread.

• Construction de la matrice des facteurs de chocs à partir des VaR

Il convient de préciser qu'à cette étape, l'EIOPA passe de VaR calculées sur des indices découpés par maturités à des chocs définis selon la durée modifiée (ou sensibilité) des titres. C'est aussi par souci de simplicité que dans le cadre de ce mémoire, il a été choisi d'utiliser des indices découpés par tranches identiques à celles de la matrice des chocs.

Les calculs proposés ont été calibrés de sorte à se rapprocher le plus possible méthode de l'EIOPA.

En appliquant les formules détaillées ci-dessous aux VaR Cornish-Fisher, on passe de la matrice de VaR à la matrice des facteurs de chocs. Un dernier rappel de la formule de calcul du facteur de choc stressé qui est la suivante :

$$stress_i = a_i + b_i * (Dur_i - borne\ basse\ de\ la\ tranche\ de\ duration\ modifiée)$$

avec

$$a_i = 0 \quad \forall 0 < dur_i \leq 5$$

- Pour les durations jusqu'à 5 ans, les b_i sont obtenus en divisant la VaR 1-5 ans Cornish Fisher par 5, soit pour les supranationaux, 0,22% divisé par 5 à savoir 0,044%.

$$b_i = \frac{VaR_{1-5ans}}{5} \quad \forall i \in [0; 5]$$

Nous avons donc le facteur de choc stressé pour une obligation émise par un supranational de sensibilité 5 est de 0,22%

- Pour les durations comprises entre 6 et 10 ans, le a_i est la VaR1-5 ans Cornish Fisher soit 0,22% et les b_i sont obtenus en divisant le delta des VaR par 5 soit $b_i = (VaR_{5-10\ ans} - VaR_{1-5\ ans}) / 5 = (0,80\% - 0,22\%) / 5$ soit 0,12%

$$a_i = VaR_{5-10ans} \quad \forall i \in [6; 10]$$

$$b_i = \frac{VaR_{5-10ans} - VaR_{1-5ans}}{5} \quad \forall i \in [6; 10]$$

Ainsi, le facteur de choc stressé pour une obligation émise par un supranational, de sensibilité 10 est de 0,22% + 0,12% * (10 - 5) = 0,82%

- Pour les durations comprises entre 11 et 15 ans, le a_i est la VaR5-10 ans Cornish

Fisher soit 0,80% et les b_i sont obtenus en divisant le delta des VaR par 5 soit $b_i = (\text{VaR}_{>10 \text{ ans}} - \text{VaR}_{5-10 \text{ ans}}) / 5$. Donc $b_i = (2,77\% - 0,80\%) / 5$ soit 0,39%.

$$a_i = \text{VaR}_{5-10 \text{ ans}} \quad \forall i \in [11; 15]$$

$$b_i = \frac{\text{VaR}_{>10 \text{ ans}} - \text{VaR}_{5-10 \text{ ans}}}{5} \quad \forall i \in [11; 15]$$

Ainsi, le facteur de choc stressé pour une obligation émise par un supranational et de sensibilité 15 est de $0,80\% + 0,39\% * (15 - 10) = 2,75\%$

- Pour les durations comprises entre 16 et 20 ans, le a_i est la $\text{VaR}_{> 10 \text{ ans}}$ Cornish Fisher soit 2,77% et les b_i sont les mêmes que ceux calculés pour la tranche de durée précédente.

$$a_i = \text{VaR}_{>10 \text{ ans}} \quad \forall i \in [16; 20]$$

$$b_i = \frac{\text{VaR}_{>10 \text{ ans}} - \text{VaR}_{5-10 \text{ ans}}}{5} \quad \forall i \in [16; 20]$$

Ainsi, le facteur de choc stressé pour une obligation de sensibilité 20 est de $2,77\% + 0,39\% * (20 - 15) = 4,72\%$

- Enfin, pour les durations supérieures à 20 ans, le a_i est le facteur de choc d'une obligation de sensibilité 20 soit 15,8% et les b_i sont les mêmes que ceux calculés pour la tranche de durée précédente.

$$a_i = \text{Stress}_{20}$$

$$b_i = \frac{\text{VaR}_{>10 \text{ ans}} - \text{VaR}_{5-10 \text{ ans}}}{5} \quad \forall i > 20$$

Ainsi, le facteur de choc stressé pour une obligation de sensibilité 25 est de $15,8\% + 0,39\% * (25 - 20) = 17,75\%$

Une présentation des facteurs de chocs par durée modifiée et notation des titres obligataires est présentée ci-dessous :

Échelon de qualité de crédit		Supranational		France		Belgique		Espagne		Italie	
		AAA		AA		AA		A		BBB	
Duration (duri)	stress i	ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi
1 à 5	$b_i * duri$	-	0,04	-	0,06	-	0,17	-	0,62	-	0,78
Supérieure à 5 et inférieure ou égale à 10 ans	$a_i + b_i * (duri - 5)$	0,22	0,12	0,28	0,33	0,86	0,45	3,09	0,02	3,88	0,39
Supérieure à 10 et inférieure ou égale à 15 ans	$a_i + b_i * (duri - 10)$	0,80	0,39	1,94	0,31	3,10	0,63	3,19	0,70	5,82	0,89
Supérieure à 15 et inférieure ou égale à 20 ans	$a_i + b_i * (duri - 15)$	2,77	0,39	3,48	0,31	6,27	0,63	6,67	0,70	10,27	0,89
Supérieure à 20	$a_i + b_i * (duri - 15)$	4,73	0,39	5,01	0,31	9,44	0,63	10,16	0,70	14,71	0,89

FIGURE 18 – Approche 1 : Détail des facteurs de chocs pour le calibrage du risque de spread des obligations selon leur durée modifiée et leur notation

4 Approche 2 : Retraitement de la matrice des facteurs de chocs proposés par EIOPA sur la base que les obligations d'états sont moins risquées que les obligations privées.

4.1 Présentation de la méthode de retraitement

Nous avons fait un retraitement de la matrice des facteurs de chocs publiée par l'EIOPA dans le règlement délégué (Figure 3), sur la base que les obligations d'État sont naturellement moins risquées que les obligations d'entreprises privées. Étant donné que plus le risque est fort plus le taux de choc est élevé, une obligation d'entreprise privée notée AA ne se verra pas appliquer le même choc qu'un choc appliqué à une obligation d'état notée aussi AA.

Dans cette logique l'approche que nous avons retenue, pour les rating allant du AA au BBB (France, Belgique, Espagne, Italie), est d'améliorer les rating pays d'un pas en appliquant à une obligation d'État noté AA, les chocs d'une obligation d'entreprise notée AAA, et ainsi de suite.

Duration (duri)	stress i	Corporate		France		Corporate		Espagne	
		AAA		AA		AA		A	
		ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi
Jusqu'à 5 ans	$b_i * duri$	-	0,9%	-	0,9%	-	1,1%	-	1,1%
Supérieure à 5 et inférieure ou égale à 10 ans	$a_i + b_i * (duri - 5)$	4,50%	0,50%	4,50%	0,50%	5,50%	0,60%	5,50%	0,60%
Supérieure à 10 et inférieure ou égale à 15 ans	$a_i + b_i * (duri - 10)$	7,0%	0,5%	7,0%	0,5%	8,4%	0,5%	8,4%	0,5%
Supérieure à 15 et inférieure ou égale à 20 ans	$a_i + b_i * (duri - 15)$	9,50%	0,5%	9,50%	0,5%	10,90%	0,5%	10,90%	0,5%
Plus de 20 ans	$\min [a_i + b_i * (duri - 20), 1]$	12,00%	0,50%	12,00%	0,50%	13,40%	0,50%	13,40%	0,50%

FIGURE 19 – Approche 2 : Détail de de la méthode de calcul des facteurs de chocs des obligations souveraines notés AA à BBB

Par exemple, d'après la matrice des facteurs de chocs proposée, une entreprise notée AAA émettant une obligation de sensibilité 15 se verra appliquer un choc $Stress_{15} = 7,0\% + 0,5\% * 5 = 9,5\%$. Ce choc sera donc appliqué à une obligation d'Etat AA (France) de même sensibilité.

Pareil pour une entreprise notée AA émettant une obligation de sensibilité 10 se verra appliquer un choc $Stress_{10} = 5,50\% + 0,60\% * (10-5) = 8,5\%$. Ce choc sera par conséquent appliqué à une obligation d'Etat noté A (Espagne) de même sensibilité.

Enfin, pour une obligation d'État noté AAA, nous avons décidé d'intervenir sur les durations modifiées en appliquant, à un État notée AAA émettant une obligation de sensibilité compris entre 16 et 20, un choc d'une obligation privée de sensibilité compris entre 11 et 15 de même rating AAA et ainsi de suite.

Duration (duri)	stress i	Supranational		Corporate	
		AAA		AAA	
		ai	bi	ai	bi
Jusqu'à 5 ans	$b_i * duri$	-	-	-	0,90%
Supérieure à 5 et inférieure ou égale à 10 ans	$a_i + b_i * (duri - 5)$	-	0,90%	4,50%	0,50%
Supérieure à 10 et inférieure ou égale à 15 ans	$a_i + b_i * (duri - 10)$	4,5%	0,50%	7,00%	0,50%
Supérieure à 15 et inférieure ou égale à 20 ans	$a_i + b_i * (duri - 15)$	7,00%	0,50%	9,50%	0,50%
Plus de 20 ans	$\min [a_i + b_i * (duri - 20), 1]$	9,50%	0,50%	12,00%	0,50%

FIGURE 20 – Approche 2 : Détail de calcul des facteurs de chocs des obligations souveraines notés AAA

4.2 Construction de la matrice des facteurs de chocs de spread à partir de la deuxième approche

Présentation de la deuxième matrice finale de chocs construite à partir de la deuxième approche :

Échelon de qualité de crédit		Supranational		France		Belgique		Espagne		Italie	
		AAA		AA		AA		A		BBB	
Duration (duri)	stress i	ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi
Jusqu'à 5 ans	$b_i * duri$	-	-	-	0,9%	-	0,9%	-	1,1%	-	1,4%
Supérieure à 5 et inférieure ou égale à 10 ans	$a_i + b_i * (duri - 5)$	-	0,9%	4,5%	0,5%	4,50%	0,50%	5,5%	0,6%	7,0%	0,7%
Supérieure à 10 et inférieure ou égale à 15 ans	$a_i + b_i * (duri - 10)$	4,50%	0,5%	7,0%	0,5%	7,0%	0,5%	8,4%	0,5%	10,5%	0,5%
Supérieure à 15 et inférieure ou égale à 20 ans	$a_i + b_i * (duri - 15)$	7,00%	0,5%	9,5%	0,5%	9,5%	0,5%	10,9%	0,5%	13,0%	0,5%
Supérieure à 20	$a_i + b_i * (duri - 20)$	9,50%	0,5%	12,0%	0,5%	12,0%	0,5%	13,4%	0,5%	15,5%	0,5%

FIGURE 21 – Approche 2 : Détail des facteurs de chocs pour le calibrage du risque de spread des obligations selon leur duration modifiée et leur notation

Nous ferons une comparaison des deux matrices de chocs obtenues à partir des calibrages 1 et 2 dans le prochain paragraphe afin de mieux les analyser.

Les facteurs obtenus pour les différents pays vont nous permettre de calculer le risque souverain dans le cadre de l'ORSA. Les résultats des calculs du SCR seront également analysés dans la dernière partie de ce mémoire.

5 Analyse des deux approches

Échelon de qualité de crédit		Supranational		France		Belgique		Espagne		Italie	
		AAA	AA	AA	AA	A	BBB				
Duration (duri)	stress i	ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi	ai	bi
1 à 5	$bi * duri$	-	0%	-	1%	-	1%	-	0%	-	1%
Supérieure à 5 et inférieure ou égale à 10 ans	$ai + bi * (duri - 5)$	0%	1%	4%	0%	4%	0%	2%	1%	3%	0%
Supérieure à 10 et inférieure ou égale à 15 ans	$ai + bi * (duri - 10)$	4%	0%	5%	0%	4%	0%	5%	0%	5%	-1%
Supérieure à 15 et inférieure ou égale à 20 ans	$ai + bi * (duri - 15)$	4%	0%	6%	0%	3%	0%	4%	0%	2%	-1%
Supérieure à 20	$\min [ai + bi * (duri - 20), 1]$	5%	0%	7%	0%	3%	0%	3%	0%	-1%	-1%

FIGURE 22 – Comparaison des deux approches

A partir de cette comparaison (figure 22), nous constatons que les chocs apportés dans la deuxième approche sont plus importants que ceux calibrés dans la première approche sur quasiment tous les pays sauf l'Italie, pour toutes durations modifiées supérieures à 10. Ce qui signifie que pour l'Italie, les VaR issues des indices Merrill Lynch prévoient des chocs plus importants pour les pays notés BBB pour une duration modifiée plus élevée.

La première approche présente plusieurs avantages. Elle permet tout d'abord d'avoir un calcul beaucoup plus fin qui permet d'attribuer des chocs qui sont propres à chaque pays dépendant de l'évolution de marché sur différents intervalles de temps. Tout comme les agences de notation utilisent des méthodologies de notation différentes pour les émetteurs financiers, il paraît important de différencier le choc de ces titres. Elle permet ainsi d'analyser plus finement les risques réellement détenus en portefeuille puisque les coefficients des facteurs de chocs sont recalculés à l'aide de VaR spécifiques. L'observation des VaR montre en effet que certains pays sont choqués plus fortement compte tenu de comportements passés plus dégradés. Ainsi les pays notés BBB paraissent plus pénalisés que les pays notés AAA ou AA. L'intérêt de la méthode est donc d'avoir un SCR représentatif de la composition de notre portefeuille.

Concernant la deuxième approche, elle est relativement plus simple, plus intuitive et facile à mettre en oeuvre. Cette méthode est d'ailleurs déjà utilisée par de nombreux assureurs comme : Optimind.

Ainsi les méthodes proposées permettent d'apporter un calibrage différent de celui retenu par l'EIOPA plus en adéquation avec le profil de risque de chaque assureur. Les sociétés d'assurance sont amenées à définir leur allocation stratégique d'obligations en fonction de la rémunération du risque en particulier du couple rendement SCR obligatoire ; d'où l'intérêt de mesurer la bonne adéquation du profil de risque de l'assureur

avec le calibrage des facteurs de chocs de la formule standard.

Conclusion

L'intérêt de cette méthode est d'avoir des facteurs spécifiques pour chaque pays reflétant le risque propre de chaque pays. Le fait de recalculer des facteurs de chocs à l'aide d'indices de référence permet d'avoir une bonne compréhension du risque réellement pris en compte dans le calcul du SCR de spread. En utilisant les indices Merrill Lynch sur la période d'observation du 31 décembre 1999 au 31 décembre 2019, des différences notables apparaissent par rapport à la matrice finale de l'EIOPA. Ces différences viennent des hypothèses retenues par rapport à celles de l'EIOPA. Par ailleurs l'EIOPA a combiné des VaR d'indices européens et des VaR d'indices américains pour prendre en compte les investissements des assureurs dans des titres non européens, mais cela n'a pas été le cas dans notre étude.

Troisième partie

Application au portefeuille d'étude et analyse des résultats

6 Présentation des outils de projection

Dans le processus de projection, interviennent deux principaux modèles :

- What If : projection des actifs et calcul des VM choquées en FS
- Moses : Projection des passifs et gestion des interactions actifs-passifs pour calcul des BE et des SCR après absorption par les PT

Le schéma d'ordonnement des calculs est le suivant et le programme fonctionne sur la base des étapes suivantes :

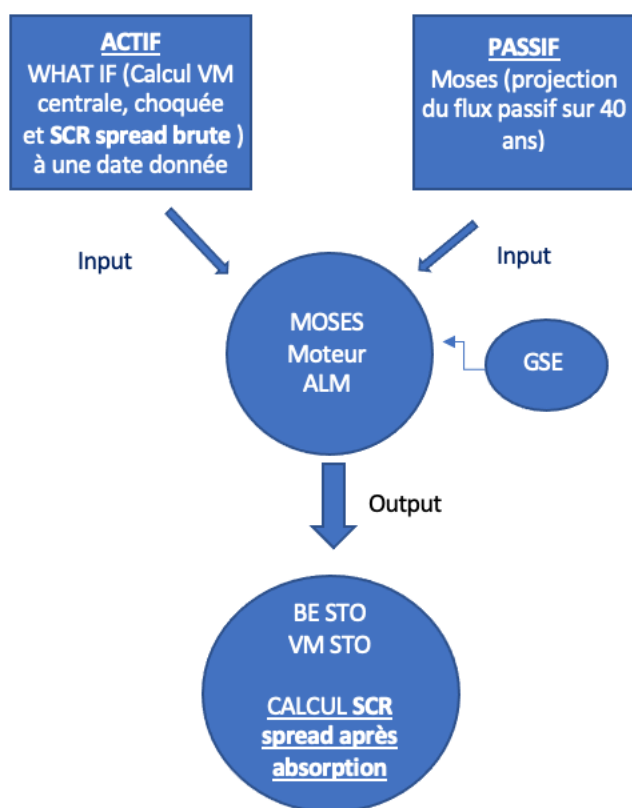


FIGURE 23 – Modèle de projection

6.1 L'outil de projection d'actif : What If

L'outil What If est une application développée par les équipes "ALM et Solvabilité 2" et "Support et Développement" de Groupama Assurances Mutuelles. Il est l'outil unique pour la production des données d'actifs nécessaires à différents travaux : Formule Standard, Stress Tests, ORSA et études ALM. Il permet de calculer le SCR à une date donnée et certains fichiers issus de cet outil constituent des inputs pour le lancement de l'outil de projection ALM.

Il comprend notamment :

- le contrôle et l'enrichissement des données d'actifs ;
- la construction des model points et des flux associés qui alimentent le modèle ALM ;
- la production de chocs instantanés de type "SCR" ;
- la production de sensibilités.

• Spécifications de l'outil

Dans cette partie, nous présentons le fonctionnement général de l'outil : les entrées et sorties mises en jeu.

Le processus de production dans lequel s'inscrit l'outil met en jeu différentes sources de données qu'il convient de contrôler. Dans le cadre de ce mémoire, et partant de l'inventaire d'actifs de l'Entité Vie du Groupe et des principaux inputs d'enrichissements, l'outil récupérera les facteurs de chocs à appliquer aux VM. Ces facteurs ont été calibrés dans les paragraphes ci-dessus et constituent une alternative aux chocs FS. Une fois ces données analysées, et corrigées le cas échéant, l'outil effectue à la maille ISIN, les recalculs de VM obligataire pour s'assurer que la somme des flux générés par chaque obligation + un spread implicite, donne la VM en entrée du modèle ainsi que des SCR à partir des calibrations de la Formule Standard renseignées en entrée et des données transparisées. Ces données viennent alimenter le module « Central ». Dans le cas où la somme des flux générés par les obligations n'est pas égale à la VM en entrée, l'outil What if va recalculer le spread implicite pour les égaliser.

L'outil What if calcule les chocs de spread en fonction des durations et des rating :

choc de spread = $a_i + b_i * (\text{Duri} - \text{borne basse de la tranche de duration modifiée})$

L'outil calcule également les VM centrales de la manière suivante :

$$VM_{centrale} = \sum \frac{\text{cash flow encaisse}}{(1 + \text{taux actuarielle} + \text{spread implicite})^{t_i/12}}$$

Le calcul de SCR spread se fait suivant la formule ci-après :

$$SCR_{spread} = VM_{centrale} * choc\ de\ spread$$

En ce qui concerne les VM choquées :

$$VM_{choquee} = \sum \frac{cash\ flow\ encaisse}{(1 + taux\ actuarielle + spread\ choquee)^{t_i/12}}$$

ou

$$VM_{choquee} = VM_{centrale} + VM_{centrale} * choc\ de\ spread$$

Les calculs sont consolidés à différentes mailles pour alimenter le reste de la chaîne de production. À noter que sur la base du module "Central", il est possible de brancher un ou plusieurs modules complémentaires. L'outil produit une première sortie en version non transparisée qui servira d'input à l'outil Moses et une autre version transparisée pour le calcul des VM choquées. Les outputs issus de cet outil sont donc de diverses natures :

- Les Models points (maille non transparisée) permettant de projeter les actifs dans le modèle ALM
- Les sorties transparisées servant au calcul des SCR
- Différents fichiers d'analyse et d'explication de variation

La création et l'exécution du module "Central" est le point de départ de toute étude. Ce n'est qu'après avoir paramétré le module "Central" que l'utilisateur peut brancher des modules complémentaires. Ces modules complémentaires permettent de réaliser différentes déformations : sensibilités financières, vieillissement, réallocation du portefeuille, etc.

● Principe de fonctionnement

D'un point de vue utilisateur, le fonctionnement de What If se décompose en 12 étapes :

L'utilisateur commence par charger un package d'INPUT puis un package de PARAM puis lance l'outil. Les tables de MODIF résultent d'un premier croisement et enrichissement des tables d'INPUT et de PARAM. Les tables de MODULE permettent à l'utilisateur de paramétrer, à la suite du module "Central", un ou plusieurs modules complémentaires. Les tables de LOG sont produites lors du chargement des tables d'INPUT et de PARAM et les tables de RAPPORT sont une aide au contrôle des données et elles sont produites après chargement d'un package d'INPUT + PARAM valide.

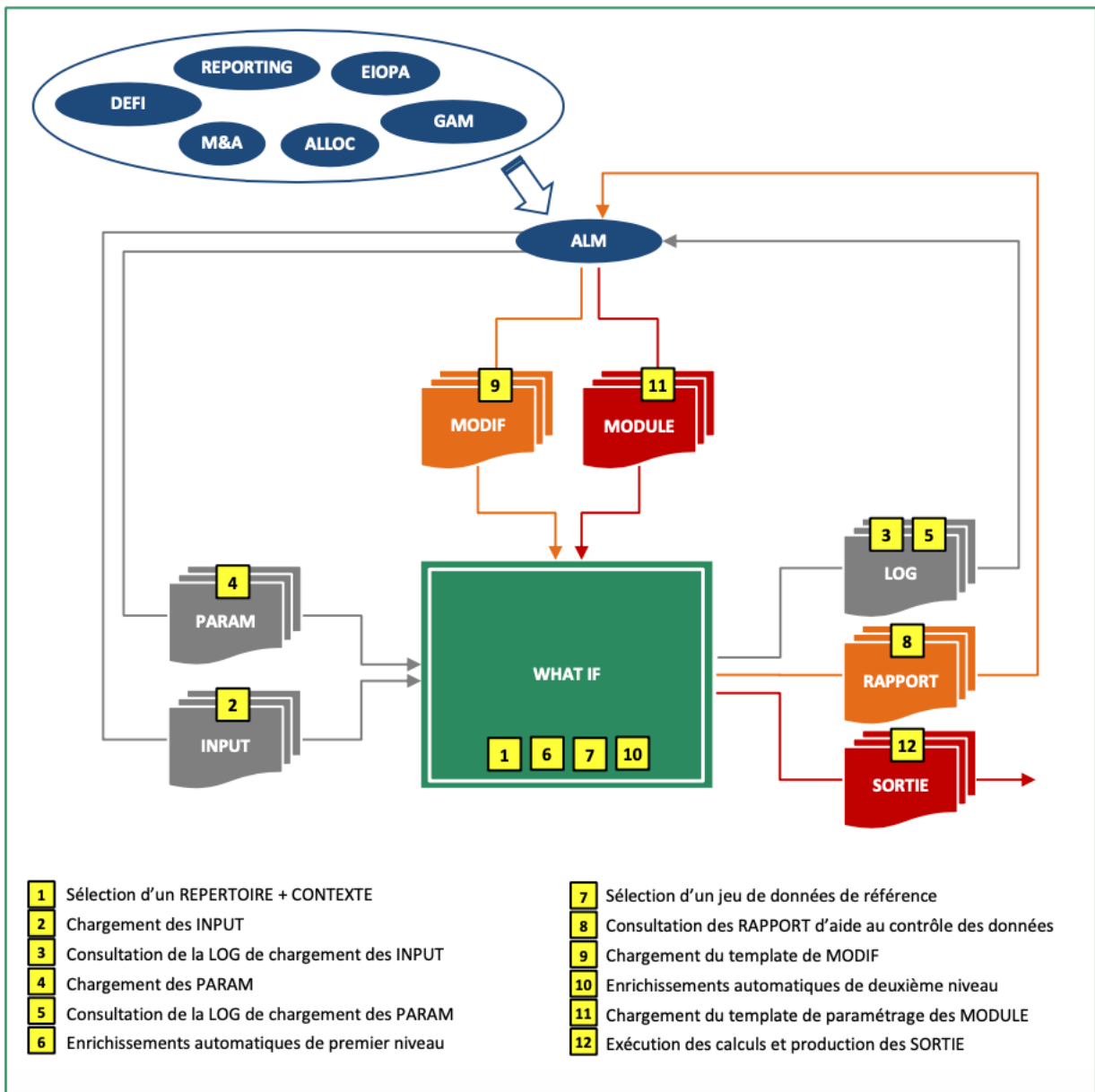


FIGURE 24 – Schéma d'utilisation What if

6.2 Outil ALM : Moses

• Présentation générale de l'outil MoSes

Le modèle ALM du périmètre France est un modèle développé sous Moses, progiciel édité par Towers Watson. Les expressions de besoins fonctionnels sont formulées par les équipes Modélisation, ALM et Solvabilité 2 de Groupama SA et par la Direction Financière de Groupama Gan Vie. Le développement du modèle est réalisé par l'équipe

Support Développement de Groupama SA. Le modèle ALM peut être utilisé de deux manières différentes :

- soit sur la base d'un unique scénario économique, dans lequel on souhaite projeter et analyser les éléments de bilan et de compte de résultats. On parlera de **projection déterministe**.

- soit à partir d'un grand nombre de scénarios économiques, auquel cas on s'intéressera à la moyenne de certaines quantités projetées. Il s'agit dans ce cas d'une **projection stochastique**. Chez Groupama Gan vie, les actifs et les passifs sont projetés à l'aide de 5000 scénarios.

Le principe général du modèle ALM dans le cas d'une projection déterministe est décrit par le schéma suivant :

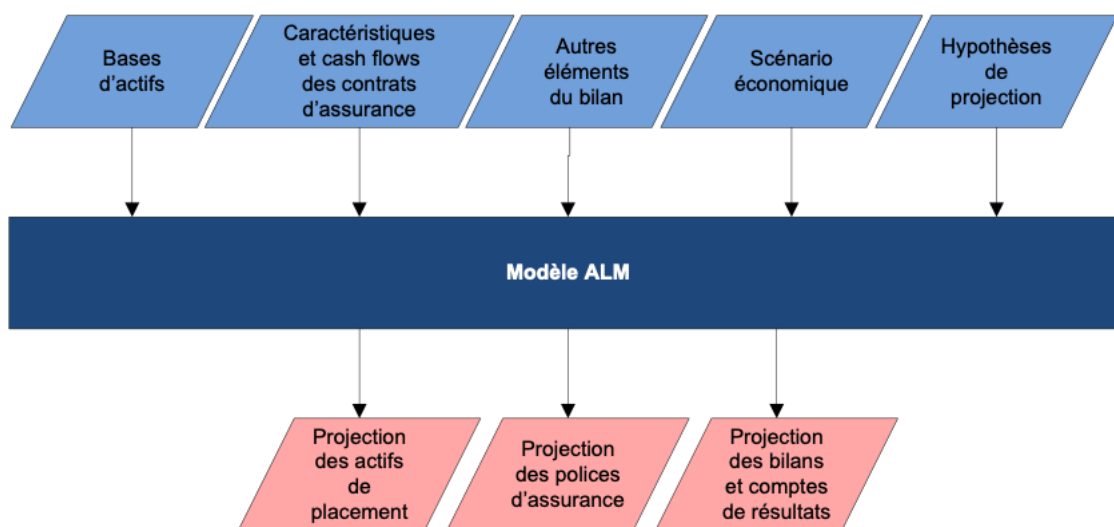


FIGURE 25 – Fonctionnement général (projection déterministe)

Les entrées du modèle sont les suivantes :

- Bases d'actifs : portefeuilles d'actifs agrégés à la maille de modélisation. On y trouve les caractéristiques des titres, leurs valorisations (comptable et boursière), ainsi que les flux de trésorerie futurs auxquels ils donneront lieu pour les titres présentant un échéancier de flux (obligations, swaps, etc.).

- Caractéristiques et cash flows des contrats d'assurance : contrats d'assurance, agré-

gés à la maille de modélisation. Ces inputs contiennent toutes les caractéristiques nécessaires aux différents calculs relatifs à ces polices, ainsi que les flux de trésorerie (primes, prestations, frais) qui y sont associés. Ces flux, appelés « flux flexing », sont générés par les modèles élémentaires des filiales sous les hypothèses suivantes : aucune revalorisation au-delà des taux garantis ou taux techniques, pas de rachat conjoncturel.

- Autres éléments du bilan : il s'agit des provisions techniques globales (Provision pour Risque d'Exigibilité ou Réserve de Capitalisation par exemple), ainsi que les caractéristiques associées aux portefeuilles d'actifs ou aux cantons de gestion
- Scénario économique : Hypothèses relatives à l'évolution des marchés financiers (taux, actions, immobilier, inflation)
- Hypothèses de projection : ensemble des hypothèses sous-jacentes au comportement du modèle durant la simulation

La projection est réalisée à un pas de temps annuel et aboutit à la production des résultats suivants :

- Projection des actifs de placement : pour chaque année de projection, valeurs comptables et boursières des titres, flux de trésorerie et éléments de revenu comptable.
- Projection des polices d'assurance : pour chaque année de projection, flux de trésorerie, revalorisation, provisions techniques sociales associées aux contrats. Les valeurs actuelles des flux de trésorerie sont également calculées.
- Projection des bilans et comptes de résultat : pour chaque année de projection, bilan social et compte de résultat de l'exercice. Les valeurs actuelles des flux de trésorerie de chaque portefeuille sont également calculées.

Dans le cas d'une projection stochastique, le schéma de fonctionnement est le suivant :

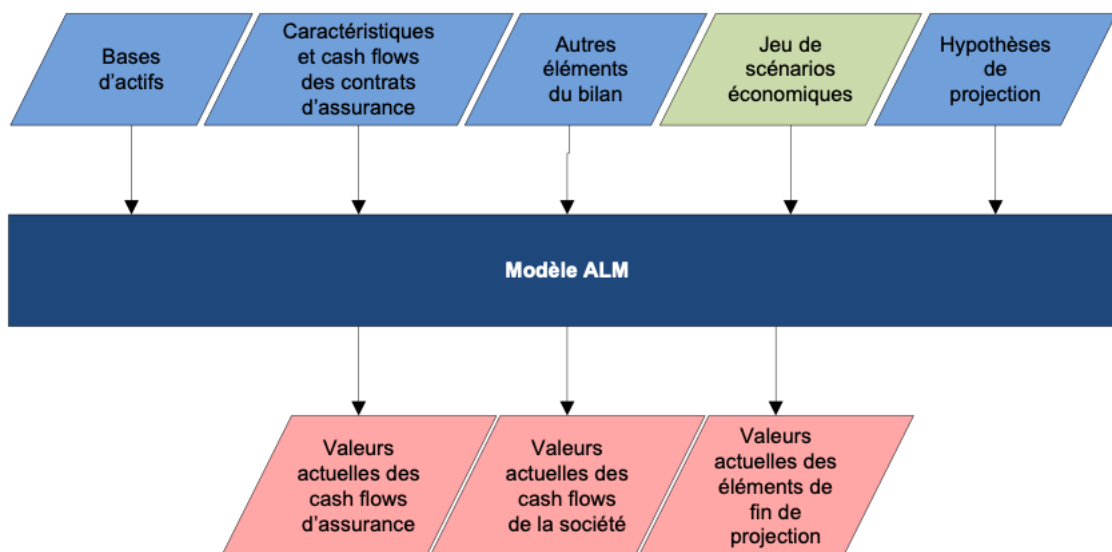


FIGURE 26 – Fonctionnement général (projection stochastique)

● Ordonnance des calculs

Cette section décrit l'ordre des calculs effectués par le modèle pour un scénario économique donné.

Les calculs sont effectués sur la base d'un pas de temps annuel et sur un horizon de 40 ans. Le modèle est conçu sous l'hypothèse que l'ensemble des flux de trésorerie ont lieu au 30 juin de chaque année, qu'il s'agisse des flux liés à la gestion des contrats d'assurance, des flux issus des actifs détenus en portefeuille ou des flux de la société (dividendes versés aux actionnaires, impôts versés à l'administration fiscale).

- Chargement de toutes les données en entrée du modèle
- Risque neutralisation des titres déroulables
- Calcul des volatilités implicites pour les dérivés taux et actions
- Pour chaque année de projection
- Calcul des valeurs actuelles des flux de trésorerie

6.3 Méthodologie de projection actif/passif dans l'outil Moses

ACTIF :

Le portefeuille d'actifs de GGvie est composé en majeure partie d'obligations, que ce soit des obligations d'état ou des obligations d'entreprise. Pour les actifs possédant

un échéancier de flux futurs (obligations et swaps), les projections en **univers market consistent** nécessitent de procéder à une « risque neutralisation » des flux de trésorerie futurs de ces instruments de manière à assurer l'égalité entre leur valeur de marché et la valeur actuelle de leurs flux futurs. La méthodologie retenue par Groupama consiste à ajuster le nominal de ces instruments pour assurer leur risque neutralité. Cette étape n'est pas appliquée pour une projection monde réel.

Modélisation des obligations à taux fixe : Les obligations à taux fixe sont agrégées par maturité et classe de rating. Dans le cas d'une projection monde réel, le modèle calcule en début de projection le spread implicite z_0 du model point en égalant sa valeur de marché avec l'actualisation de ses flux futurs aux taux sans risque ajoutés de ce spread.

Valeur de marché :

Au 30/06 :

$$valeur_marche_mil_av(t) = \sum_{s>t} \frac{Coupons(s) + Remboursement(s)}{\left(1 + \tau_{ZCB}^{s-t}(t) + Z_{cr}^{s-t}(t) + z_0\right)^{s-t}}$$

Au 31/12 :

$$valeur_marche_fin_av(t) = \sum_{s>t} \frac{Coupons(s) + Remboursement(s)}{\left(1 + \tau_{ZCB}^{s-t}(t) + Z_{cr}^{s-t}(t) + z_0\right)^{s-t-0.5}}$$

- $\tau_{ZCB}^k(t)$ avec le taux sans risque d'un zéro coupon de maturité k
- $TF_{ZCB}^k(t, T)$ le taux zéro coupon nominal forward de maturité k vu en t pour la période T
- $Z_k^{cr}(t)$ le niveau de spread de maturité k en période t pour la classe de rating cr du model point
- z_0 le spread implicite du titre

Probabilité de défaut : Nous entrons la probabilité de défaut pour chaque type

de signature, dans la table "default rate". Elle s'applique au nominal et à la valeur de remboursement.

Spreads : Les spreads présentés "table bonds matrix" dans le fichier des scénarios, ils sont définis en fonction des rating.

Modélisation des obligations à taux variable : Les obligations à taux variable sont agrégées par maturité, et par maturité de l'indice sous-jacent (taux court 1 an / taux long 10 ans). Le nominal de chaque titre est ajusté de manière à ce que, en début de projection, la valeur des flux futurs actualisés à l'aide de la courbe des taux sans risque nominaux coïncide avec la valeur de marché observée des titres.

Valeur de marché :

au 30/06

$$valeur_marche_mil_av(t) = \sum_{s>t} \frac{Coupons_{t,M}^{Fwd}(s) + Remboursement(s)}{\left(1 + \tau_{ZCB}^1(t-1)\right)^{0,5} \times \left(1 + \tau_{ZCB}^{s-t-1}(t)\right)^{s-t-1} \times \left(1 + TF_{ZCB}^1(t, s-1)\right)^{0,5}}$$

au 31/12 :

$$valeur_marche_fin_av(t) = \sum_{s>t} \frac{Coupons_{t,M}^{Fwd}(s) + Remboursement(s)}{\left(1 + \tau_{ZCB}^{s-t-1}(t)\right)^{s-t-1} \times \left(1 + TF_{ZCB}^1(t, s-1)\right)^{0,5}}$$

avec

- $\tau_{ZCB}^k(t)$ le taux sans risque d'un zéro coupon de maturité k

- $TF_{ZCB}^k(t, T)$ le taux zéro coupon nominal forward de maturité k vu en t pour la période T

- $Coupons_{t,M}^{Fwd}(s)$ le montant du coupon futur en période s, sous l'hypothèse d'un taux du sous-jacent égal au taux couponnant forward de maturité M en période s, vu en t. Pour la formule du montant du coupon (i.e. prise en compte du coefficient de sensibilité au sous-jacent), cf. plus bas.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous arrêterons qu'à ces deux types de modélisations : des obligations à taux fixe et à taux variable.

PASSIF

L'objectif d'une modélisation de passif est de simuler l'évolution de la provision mathématique globale (somme des provisions mathématiques de l'ensemble des contrats d'un portefeuille). Au cours de la projection, ces flux sont agrégés au niveau produit et ensuite au niveau canton afin d'appliquer les règles contractuelles de revalorisation ainsi que les différents mouvements (rachats, décès...).

Un **Model Point** de passif est projeté individuellement sur la durée de la projection de 40 ans. En effet, tout modèle actuariel repose sur l'utilisation de Model Points dans la mesure où ces regroupements :

- respectent la structure des risques sous-jacents et des différents coûts
- ne faussent pas l'évolution des provisions techniques
- n'entraînent pas de perte significative d'attributs du portefeuille à évaluer

Les **provisions techniques globales** modélisées sont les suivantes :

- Réserve de capitalisation (RC)
- Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE)
- Provision Technique Spéciale Complémentaire (PTSC)

Avec pour **Réserve de Capitalisation** :

$$\begin{aligned} \text{reserve.capi}(t) = & \text{reserve.capi}(t - 1) + \text{reserve.capi.dotation}(t) - \\ & \text{reserve.capi.reprise}(t) + \text{reserve.capi.dotation.non.tech}(t) - \\ & \text{reserve.capi.reprise.non.tech}(t) \end{aligned}$$

Pour chaque portefeuille d'actifs, deux **Provisions pour Risque d'Exigibilité (PRE)** sont modélisées :

- La PRE entrant dans le calcul de la marge de l'assureur, pour laquelle un lissage au huitième est utilisé
- La PRE entrant dans les calculs de participation aux bénéficiaires, pour laquelle un lissage au tiers est appliqué. Cette PRE est appelée « PRE bis » dans le modèle.

Pour chaque régime de retraite collective L441, le calcul de **la provision technique spéciale complémentaire (PTSC)** s'effectue en comparant, dans le sous modèle do-

tation :

- La Provision Technique Spéciale (PTS, alimentée au cours du temps des primes et revalorisations nettes des prestations)
- La Provision Mathématique Théorique (PMT, variable w.pmt.prov du modèle dotation)

Si la PMT est supérieure à la PTS complétée des plus ou moins-values latentes en face de cette PTS, le complément est doté en PTSC et viendra en diminution de la marge brute de l'assureur.

La Provision Mathématique Théorique est calculée comme suit :

$$PMT_t^{(i)} = \sum_{u>0} \frac{F_{t,u}^{(i)}}{(1 + R^{(i)}(t, u))^u}$$

Où les taux d'actualisation correspondent conformément à la réglementation à une courbe des taux EIOPA à la date t où elle est calculée.

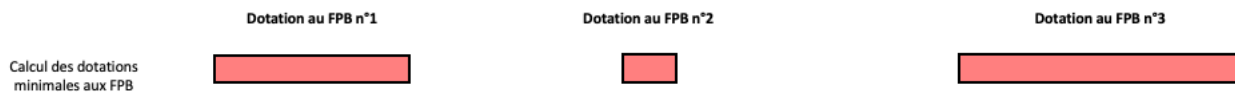
● Revalorisation des contrats : algorithme de revalorisation

Les algorithmes de revalorisation des contrats sont différents selon le périmètre considéré :

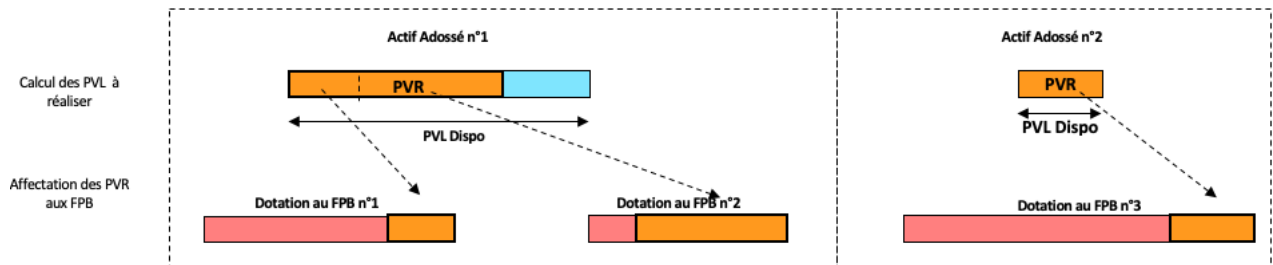
- Périmètres épargne et retraite en euros
- Régimes de retraite en points L.441

L'algorithme de revalorisation se présente dans l'ordre suivant :

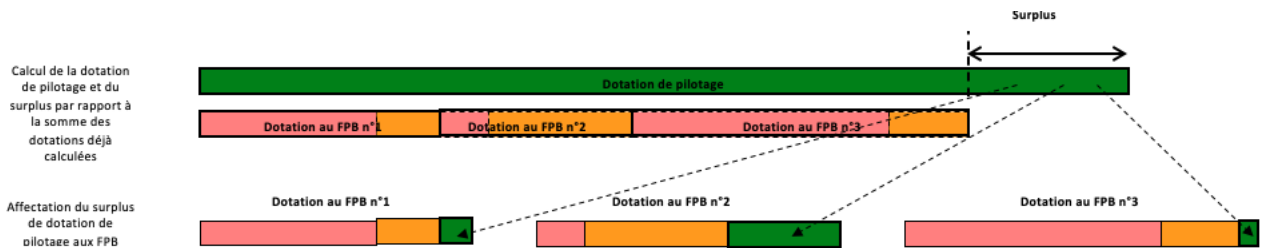
Etape n°1 : Détermination des dotations minimales au niveau **Canton** :



Etape n°2 : Détermination des PVL à réaliser au niveau **Actif Adossé** et affectation de ces PVR aux fonds de PB :



Étape n°3 : Détermination de la dotation de pilotage au niveau Société et affectation du surplus de dotation aux fonds de PB



Étape 4 : Détermination du minimum réglementaire de participation aux bénéfices au niveau Société, calcul du .

Étape 5 : Détermination de la participation aux bénéfices à incorporer aux provisions mathématiques au niveau Canton,

Étape 6 : Au niveau Model points de passif, répartition de cette participation aux bénéfices calculée au niveau canton.

7 Calcul du SCR spread et analyse des résultats

7.1 Méthodologie de calcul du SCR avant absorption dans le what if

Pour des raisons de granularité de l'outil What if, nous avons dû appliquer les mêmes chocs à la Belgique et à la France étant donné que ces deux pays ont le même rating. En effet, l'outil applique les chocs de la manière suivante :

categorie_choc_spread	rating	duration_inf	duration_sup	coef1	coef2
9	AAA	0	5	0	0,000435989
9	AAA	5	10	0,002179946	0,00116165
9	AAA	10	15	0,007988195	0,003935027
9	AAA	15	20	0,027663329	0,003935027
9	AAA	20	9999	0,047338463	0,003935027
9	AA	0	5	0	0,000551877
9	AA	5	10	0,002759384	0,00332796
9	AA	10	15	0,019399183	0,003073225
9	AA	15	20	0,03476531	0,003073225
9	AA	20	9999	0,050131437	0,003073225
9	A	0	5	0	0,001715318
9	A	5	10	0,030937943	0,004481307
9	A	10	15	0,03185182	0,006345733
9	A	15	20	0,066731307	0,006345733
9	A	20	9999	0,101610794	0,006345733
9	BBB	0	5	0	0,007753818
9	BBB	5	10	0,038769089	0,003877733
9	BBB	10	15	0,058157754	0,010739306
9	BBB	15	20	0,111854282	0,010739306
9	BBB	20	9999	0,165550811	0,010739306

FIGURE 27 – Les chocs apportés dans le calibrage 1

Dans l'outil What if, les catégories correspondent aux différents types d'émetteurs d'obligation et le chiffre 9 correspond ici aux émissions souveraines des États de l'OCDE. Le tableau suivant présente les chocs appliqués aux VM par la deuxième approche :

categorie_choc_spread	rating	duration_inf	duration_su	coef1	coef2
9	AAA	0	5	0	0
9	AAA	5	10	0	0,009
9	AAA	10	15	0,045	0,005
9	AAA	15	20	0,07	0,005
9	AAA	20	9999	0,095	0,005
9	AA	0	5	0	0,009
9	AA	5	10	0,045	0,005
9	AA	10	15	0,07	0,005
9	AA	15	20	0,095	0,005
9	AA	20	9999	0,12	0,005
9	A	0	5	0	0,011
9	A	5	10	0,055	0,006
9	A	10	15	0,084	0,005
9	A	15	20	0,109	0,005
9	A	20	9999	0,134	0,005
9	BBB	0	5	0	0,014
9	BBB	5	10	0,07	0,007
9	BBB	10	15	0,105	0,005
9	BBB	15	20	0,13	0,005
9	BBB	20	9999	0,155	0,005

FIGURE 28 – Choc à partir de la deuxième approche

7.2 Résultats et analyse des chocs

Parmi les 50 lignes d'actifs (actions, actif incorporel, obligations, prêt etc...) composant le portefeuille GGvie, seuls les chocs des actifs relatifs aux obligations souveraines ont augmenté par rapport au central :

- fonds principalement investis en actions cotées sur un marché OCDE ou EEE
- fonds principalement investis en obligations souveraines HORS UE
- fonds principalement investis en obligations souveraines UE
- obligation d'organisations supranationales
- obligation souveraine (ou assimilée) UE - libellée dans sa monnaie nationale
- obligation souveraine (ou assimilée) UE - sécurisée - libellée dans sa monnaie nationale

Approche 1 : Nous pouvons observer l'évolution des Delta VM avant absorption de la PT, des différents actifs touchés par l'augmentation des chocs de spread apportés dans le calibrage 1.

Le delta VM brut relatif aux fonds principalement investis en obligations souveraines UE est celui qui a le plus augmenté, soit 135,95% par rapport au central. Résultat cohérent vu qu'en plus des chocs apportés aux fonds obligations d'États dans la formule standard (non nul dans le central), les pays de l'OCDE ont aussi été choqués. Ce qui

augmente le Delta VM encore plus que ceux dans le central. Puis viennent les delta VM des fonds principalement investis en actions cotées sur un marché OCDE ou EEE qui augmentent de 8,38% et enfin les fonds principalement investis en obligations souveraines HORS UE qui augmentent de 3,72% par rapport au central.

Pour les SCR de spread avant absorption de la provision technique, nous avons une augmentation totale de **43,52%** par rapport au SCR spread central au 31/12/2019.

Ligne d'actifs	Variation
obligations d'entreprises	0%
fonds de prêts	0%
fonds multi-assets	0%
fonds principalement investis en actions cotées sur un marché OCDE ou EEE	8,38%
fonds principalement investis en obligations souveraines HORS UE	3,72%
actif incorporel	0%
fonds principalement investis en actions	0%
fonds principalement investis en obligations souveraines UE	135,95%
Total : SCR spread avant absorption	43,52%

Approche 2 : Cette fois-ci nous étudions l'évolution des Delta VM avant absorption par rapport au central de chaque actif dans le calibrage 2.

Les résultats du calibrage 2 sont les suivantes : le delta VM brut relatif aux fonds principalement investis en obligations souveraines UE augmente beaucoup plus que celui du calibrage 1, soit 282% par rapport au central. On devait s'y attendre car les chocs apportés aux obligations d'États Européens (y compris ceux de l'OCDE) dans cette deuxième calibration sont encore plus importants que ceux du calibrage 1. Puis viennent les delta VM des fonds principalement investis en actions cotées sur un marché OCDE ou EEE qui augmentent de 17% et enfin ceux des fonds principalement investis en obligations souveraines HORS UE qui augmentent de 8% par rapport au central.

Soit une augmentation totale de **111%** SCR spread avant absorption de la PT par rapport au central au 31/12/2019.

Ligne d'actifs	Variation
obligation d'entreprises	0%
fonds multi-assets	0%
fonds principalement investis en actions cotées sur un marché OCDE ou EEE	17%
fonds principalement investis en obligations souveraines HORS UE	8%
actif incorporel	0%
fonds principalement investis en actions	0%
fonds principalement investis en obligations souveraines UE	282%
Total : SCR spread avant absorption	111%

En plus, il y a trois types d'actifs dont les Delta VM centraux étaient nuls, mais après chocs ils ont augmenté de manière considérable. Ce sont les actifs suivants :

- obligation d'organisations supranationales
- obligation souveraine (ou assimilée) UE - libellée dans sa monnaie nationale
- obligation souveraine (ou assimilée) UE - sécurisée - libellée dans sa monnaie nationale

Comme nous l'avons défini, Le SCR obtenu est un SCR spread brut, avant absorption au 31/12/2019 . Nous allons à présent calculer le SCR après absorption de la PT. Le calcul de BE se fera à partir du logiciel Moses.

7.3 Calcul SCR spread après absorption par la provision technique dans Moses et analyse des résultats

Les résultats ne sont pas publiés par souci de confidentialité, mais nous mettrons en avant les variations par rapport au central au 31 décembre 2019.

Les calibrage n°1 et calibrage n°2 correspondent respectivement aux chocs apportés respectivement aux calibrages effectués par les approches 1 et 2 dans notre étude.

Dans le calibrage n°1, l'écart entre VM choquée et VM centrale au titre du risque de spread (qui constitue le SCR avant absorption) est de **35,20%** . Cette baisse de VM s'explique par les chocs supplémentaires sur les obligations d'états, augmentant mécaniquement l'assiette de choc. L'ampleur de la baisse est consécutive à la forte proportion d'obligations d'État au sein de notre portefeuille, lesquelles n'étaient pas choquées en scénario central.

Le calibrage 2 engendre quant à lui un doublement de l'impact relatif du choc de spread

(hausse de **103%** de l'écart de VM au titre de ce scénario. En effet, comme présenté dans le paragraphe 5 (la figure 22), les chocs du calibrage 2 sont plus élevés que ceux de du calibrage 1, nous observons donc une baisse croissante de VM. Cette forte baisse de VM s'explique d'une part par la prépondérance des obligations souveraines et d'autre part par la sévérité des chocs qui sont plus importants que dans le cas du 1er calibrage.

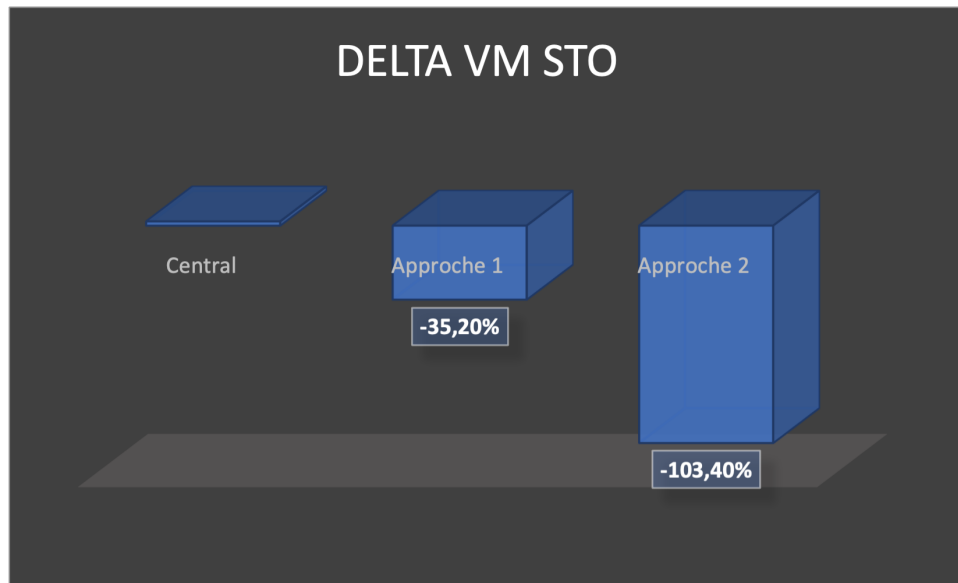


FIGURE 29 – Variation des VM stochastiques par rapport au central

Une fois le SCR avant absorption déterminé, il convient d'estimer l'impact sur le passif de cette baisse de VM. L'idée sous-jacente est qu'en cas de choc de marché occasionnant une perte de valeur des actifs d'une société d'assurance Vie, une partie de cette perte est absorbée par les assurés via une baisse des engagements envers ces derniers.

Pour rappel, le SCR avant absorption et après absorption par le BE se calculent selon la formule suivante :

$$SCR_{\text{après absorption}} = \Delta NAV = \Delta VM - \Delta BE_{\text{après absorption}}$$

et

$$SCR_{\text{avant absorption}} = \Delta NAV = \Delta VM - \Delta BE_{\text{avant absorption}}$$

En ce qui concerne la variation de BE avant absorption, nous avons une baisse de **2,10%** dans le calibrage 1 et une baisse de **3,61%** pour le calibrage 2 par rapport au central. L'impact des différents scénarios sur la variation du BE avant absorption par la PB est relativement limité, étant donné qu'il n'y a pas de mouvement sur les différents facteurs

de risques (taux, actions etc...) .

En revanche, le BE après absorption baisse considérablement d'un calibrage à un autre. À savoir une baisse de **18,54%** et de **56,99%** par rapport au central, respectivement pour les calibrages 1 et 2. Cela veut dire qu'on absorbe plus, c'est-à-dire qu'on vient diminuer le SCR avant absorption d'un montant plus important. Ceci s'explique par le fait que, plus on part d'un encours d'actifs et donc d'une richesse latente beaucoup plus faible qu'au central (cas des 2 calibrages), plus le BE choqué va devenir plus faible en incluant la participation aux bénéficiaires (PB). L'assureur aura ainsi tendance à distribuer moins de PB pour compenser cette perte à l'actif. Cette PB étant incorporée aux engagements viendra nativement baisser le BE et engendrera ainsi une grande absorption par le passif (donc une hausse du SCR après absorption) par rapport au scénario central. Cette hausse de l'absorption par le passif est d'autant plus importante que le scénario engendre des pertes sur les actifs longs (ce qui est le cas pour le calibrage 1 et le calibrage 2).

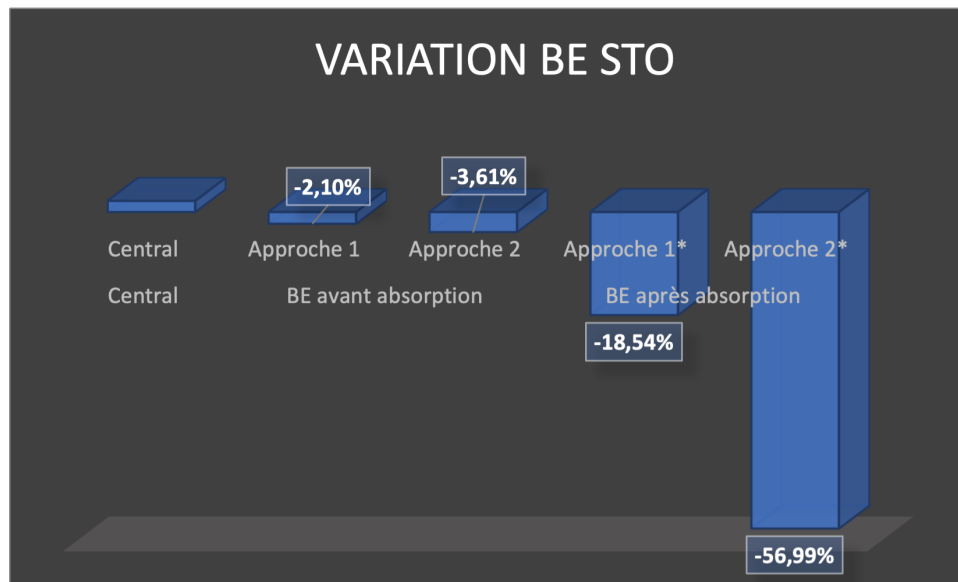


FIGURE 30 – Delta BE avant et après absorption pour chaque calibrage

Pour illustrer cette mécanique de l'absorption par le passif, prenons un exemple simple :

Une baisse des taux de rendements des actifs des portefeuilles de rentes entraîne notamment une baisse des taux servis, de la revalorisation. Ce qui explique le fait que les montants perçus par les assurés sont plus faibles, les assureurs baissent donc le niveau de leurs provisions. Tout ceci explique que les Best Estimate choqués diminuent. Si d'un côté, une baisse des rendements des actifs entraîne une diminution des provisions et des

rentes, le fait que les actifs soient moins performants cela génère entre autres une baisse des produits financiers générés par les provisions mathématiques ainsi qu'une baisse des intérêts crédités à l'assureur.

Nous obtenons donc les résultats suivant concernant l'évolution des SCR (avant et après absorption) :

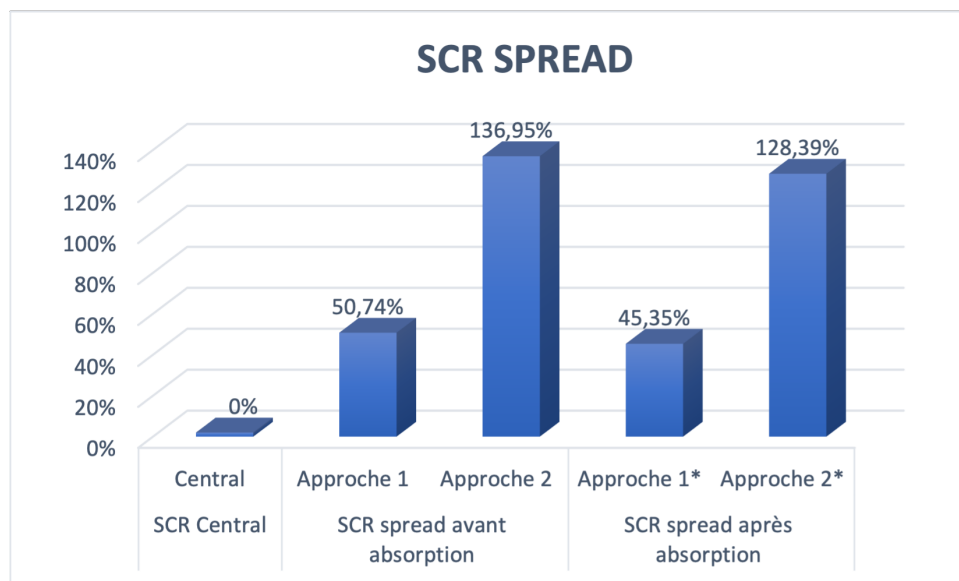


FIGURE 31 – SCR avant et après absorption pour chaque calibrage

Le SCR avant absorption du BE est plus important car il a été moins absorbé par le BE. Tandis que le SCR après absorption est plus faible car il a été beaucoup plus absorbé par le BE. Pour le SCR après absorption, nous avons une augmentation de 45,32% dans le calibrage 1 et de +128,39% pour le calibrage 2 par rapport au central. On note par ailleurs pour le SCR avant absorption une augmentation de 50,74% dans le calibrage 1 et augmentation un peu plus importante de 136,95% pour le calibrage 2 par rapport au central. Cette augmentation de SCR du calibrage 1 au calibrage 2 est dû aux chocs de spread de la formule standard, qui sont de plus en plus élevés d'un calibrage à un autre.

Il est à noter que l'analyse ci-dessus ne tient pas compte des effets diversifications entre les différents risques ainsi que les différentes branches. Le paragraphe ci-dessous détaille brièvement ces effets ainsi que la baisse induite du SCR

8 Etude d'impact sur le portefeuille GGvie

8.1 Calcul du ratio de solvabilité et analyse d'impact

Dans le but d'évaluer la solvabilité d'une compagnie d'assurance, l'autorité de contrôle a mis en place un indicateur appelé ratio de solvabilité (« solvency ratio » ou « coverage ratio »), établi selon la relation suivante :

$$\text{Ratio de solvabilite} = \frac{FP \text{ eligible au SCR}}{SCR_{total}}$$

Le SCR à prendre en compte ici est le SCR après diversification . Quant aux Fonds Propres, ils sont issus du calcul actuariel du bilan prudentiel.

- **Calcul du SCR total avant et après diversification**

SCR avant diversification augmente d'avantage dans les différentes calibrations. Nous notons une augmentation par rapport au central de 7% pour le calibrage 1 et de 21% pour le calibrage 2.

En ce qui concerne la diversification, elle est un concept reflétant les relations existantes (ou corrélations) entre les différents risques (risque financier, risque de souscription vie / non-vie etc..) et/ou entre les différentes branches d'actives d'une entreprise. Le rationnel sous-jacent est que plus une entreprise est diversifiée en activités ou en risques, plus elle capable d'absorber plus facilement les chocs (financiers, métier etc...). Cela se traduit par le fait que le risque global peut être inférieur à la somme des risques qui le constituent. En d'autres termes, la diversification consiste pour l'assureur de détenir divers types de placements afin de réduire les risques liés à son portefeuille.

Comme les marchés fluctueront toujours, le choix de placements diversifiés en actions, en titres à revenu fixe et en liquidités peut contribuer à protéger notre portefeuille contre un déclin de valeur. La diversification a pour principe que la hausse de la valeur de certains actifs atténue les pertes que peuvent enregistrer d'autres actifs, ce qui peut aider à réduire le risque global de notre portefeuille et à rendre les rendements à long terme plus uniformes.

La diversification des risques du portefeuille GGvie est donc avantageuse car nous obtenons une baisse de plus en plus importante de SCR. Nous obtenons une baisse de **26%** pour le central, une baisse moins importante de **25%** pour le calibrage 1 et enfin une baisse encore moins importante de **23%** pour le calibrage 2.

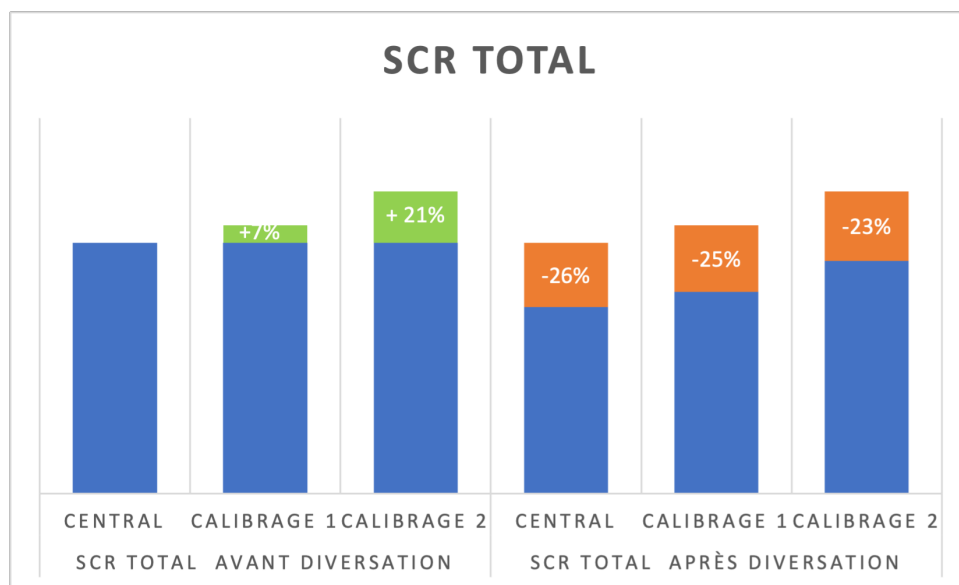


FIGURE 32 – SCR avant et après diversification

- **Fond éligibles**

Fonds propres économiques éligibles à la couverture des exigences réglementaires de fonds propres, à savoir le SCR et le MCR. Les différents éléments de fonds propres n'ayant pas la même capacité à être utilisés ou appelés pour absorber des pertes, ils n'ont pas le même pouvoir pour couvrir les exigences réglementaires de fonds propres. Par exemple, les actifs d'impôts différés (cf. supra) ne peuvent pas être utilisés à 100% pour couvrir ces exigences. L'éligibilité des fonds propres est liée à la notion de « Tiers » des fonds propres.

Dans le cadre de ce mémoire les différentes simulations effectuées n'ont pas d'impact sur les Fonds propres éligibles par rapport au scénario central, dans la mesure où seuls les paramètres de calcul du SCR de spread (et donc du dénominateur du ratio de couverture) ont été modifiés.

- **Calcul du ratio de solvabilité**

En ce qui concerne l'étude d'impact sur le portefeuille d'assurance vie de Groupama, nous n'étudierons que la variation du ratio de solvabilité par rapport au central closing au 31 décembre 2019., nous obtenons les ratios suivants :

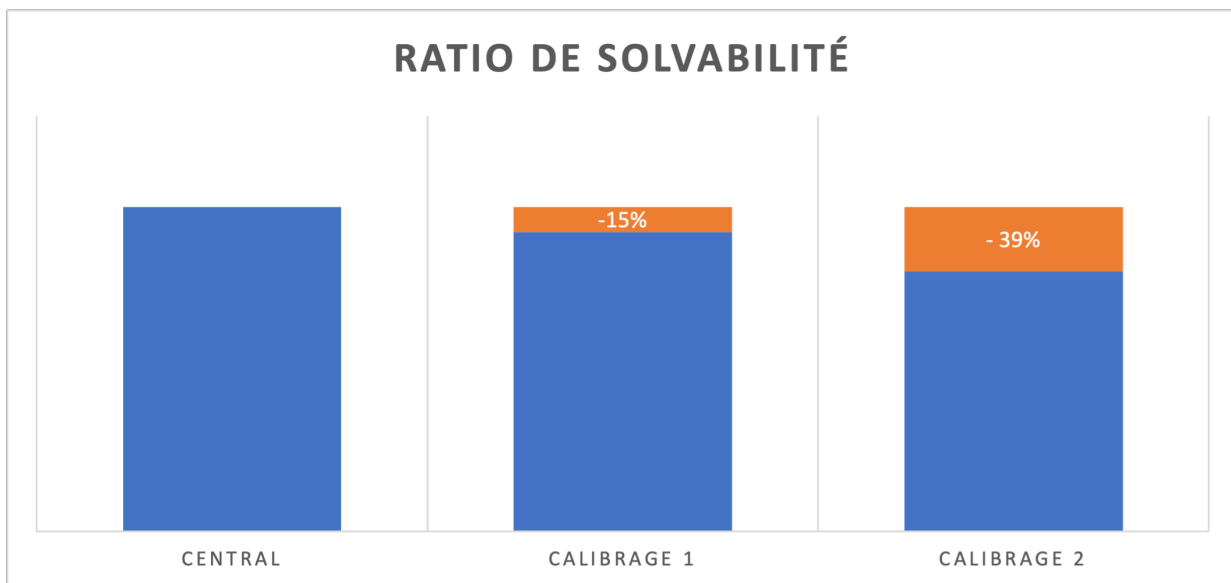


FIGURE 33 – Variation des ratios de solvabilité

Les premiers chocs apportés dans le calibrage n°1 font baisser le ratio de solvabilité de **15%** et les chocs apportés par la deuxième approche (calibrage n°2) impactent beaucoup plus le portefeuille en faisant baisser le ratio de **39%**. Le deuxième ratio baisse énormément étant donné que les chocs apportés par cette approche sont plus importants.

Cette baisse croissante de ratio est compréhensible : le SCR après absorption augmente de plus en plus d'un calibrage à un autre et celui-ci se trouve au dénominateur dans le calcul de ratio, cela engendrera donc une baisse considérable du ratio de Solvabilité. En somme GGvie devient de moins en moins solvable plus le choc de spread est élevé.

Groupama devrait donc :

- Mettre en place un dispositif de limites (une allocation en obligation govies à ne pas dépasser dans le portefeuille) : Limites par groupe émetteur et par émission, limites pays.
- Céder des obligations en fonction des conditions de marchés.
- Étudier l'opportunité d'investir dans un actif dupliquant le taux swap par des opérations en instruments dérivés
- Mieux diversifier la poche Instruments de Taux (diversification en duration, en notation etc...)

CONCLUSION .

Le risque souverain n'est pas pris en compte dans la calibration de la formule standard. Cependant, vu la forte exposition des compagnies d'assurances aux risques de crédit pour les obligations d'États de l'OCDE, ainsi qu'aux récentes crises qu'a subit la zone euro, la question de la prise en compte de ce risque est ainsi posée. Le portefeuille d'actif de la principale entité se retrouvent donc fortement exposés à un écartement de spread significatif sur ces obligations avec des impacts importants sur leur solvabilité.

Ce mémoire s'est donc évertué à apporter de nouvelles méthodes de calibration du risque de spread, en choquant les obligations d'États de l'OCDE en plus de celles déjà pris en compte dans la formule standard. Il s'agissait ici de fournir une matrice de facteurs de chocs par rating et par duration modifiée, à partir de deux approches devant être évaluées dans le cadre de l'ORSA.

Pour ce faire, une étude de portefeuille d'assurance vie de Groupama a été effectuée dans un premier temps afin de mettre en évidence son exposition au risque de crédit sur les obligations d'États de l'OCDE qui constitueraient plus de la moitié des émissions obligataires de l'entité. Ensuite nous avons essayé de reconstruire la matrice des facteurs de chocs de la formule standard à l'aide de VaR d'indices Merrill Lynch. L'approche volontairement retenue pour le traitement de la base de données a été de lisser les données en supprimant certaines valeurs aberrantes (pour gommer l'impact de la crise financière) afin de trouver des VaR plus cohérentes. En effet nous avons obtenu certaines VAR de la France plus élevées que celles de l'Italie et de l'Espagne pour une même maturité. À ce niveau, l'intérêt était de trouver des VaR qui évoluent en fonction de la notation des pays. Les notations conditionnent les capacités d'emprunt des États et d'une certaine mesure déterminent les taux d'intérêt proposés par les investisseurs sur le marché obligataire. La méthode de calcul utilisée est celle de l'EIOPA avec une VaR à 99,5% et l'utilisation de VaR spécifiques aux pays permet une meilleure prise en compte du risque de chaque pays.

Ensuite la seconde méthode consistait à assimiler les obligations souveraines à des obligations corporates en décalant les chocs de la formule standard par rating et par maturité, tout en considérant que les émissions d'États sont plus sûres que celles des entreprises. Dans cette logique nous avons amélioré les rating de chaque pays d'un pas afin d'appliquer des chocs plus faibles.

L'étape finale de notre étude a été de calculer dans un premier temps les SCR de spread avant et après absorption du PT, et dans un second temps le SCR total après diversification des risques. Nous avons observé une baisse importante de valeurs de marché ainsi que du Best Estimate dans les deux calibrations. Ce qui a évidemment engendré une augmentation du SCR total, faisant baisser ainsi le ratio de solvabilité de l'entité. Ces informations sont particulièrement intéressantes pour Groupama car

au vue des impacts importants en termes de solvabilité, l'entreprise devrait réfléchir à mieux mitiger ce risque notamment à travers des produits de couverture de risques (Swap de variance, produits dérivés etc..).

Cependant nous sommes conscients que ce mémoire présente certaines limites. Une des limites vient du faite que nous avons pas pris en compte les périodes de risques de changement de notation et le risque de défaut. Les VaR étant très sensibles à la période d'observation, il pourrait être opportun de prendre en compte l'information contenue dans des données de marché dans les périodes de crise. Il conviendrait également de tester un autre quantile afin de répondre au mieux à la question de la cohérence du calibrage du risque de spread de la formule standard par rapport au portefeuille étudié.

Enfin, afin d'avoir une vision globale du risque de crédit, il faudrait envisager de prendre en compte le risque de changement de notation et le risque de défaut. Il existe plusieurs modèles d'évaluation du risque de défaut qui se répartissent selon deux grandes familles : les modèles structurels (basés sur l'étude de la structure financière de l'entreprise) et les modèles à intensité (ces modèles ne cherchent pas expliquer la cause du défaut mais s'intéressent plutôt à l'intensité de la défaillance). Différents modèles s'appuient sur ces modèles de base.

GLOSSAIRE ET ABRÉVIATIONS

ACPR Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution

ALM Assets and Liabilities Management (en français, Gestion Actif-Passif)

PMT Provision Mathématique Théorique

PTS Provision Technique Spéciale

BE Best Estimate (en français, meilleure estimation)

BGS Besoin Global de Solvabilité

BSCR Basic Solvency Capital Requirement (en français, Capital de Solvabilité Requis de Base)

CP Consultation Paper

EIOPA European Insurance and Occupational Pensions Authority (en français, Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles)

GSE Générateur de Scénarios Economiques

MCR Minimum Capital Requirement (en français, capital de solvabilité minimum)

MV Market Value

NAV Net Asset Value (en français, Actif Net Réévalué)

ORSA Own Risk Solvency Assessment (en français, Evaluation Interne du Risque et de la Solvabilité)

PTSC Provision Technique Spéciale Complémentaire

QIS Quantitative Impact Studies (en français, étude quantitative d'impact)

SCR Solvability Capital Requirement (en français, capital de solvabilité requis)

SFCR Solvency and Financial Condition Report (en français, rapport sur la solvabilité et la situation financière)

VaR Value-at-Risk

BIBLIOGRAPHIE

Documents réglementaires :

- ACP (2011), Solvabilité 2 : Principaux enseignement sur la cinquième étude quantitative d'impact(QIS5), Mars 2011
- ACPR (2015), Analyse de l'exercice 2014 de préparation à Solvabilité II, Analyses et synthèses n°41, Février 2015
- CEIOPS (2008), Issue Paper Own Risk ans Solvency Assessment (ORSA), (CEIOPS-IGSRR 09/08)
- CEIOPS (2009), Draft CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II : SCR Standard Formula, Article 109b, Calibration of Market Risk Module (CEIOPS-70/09)
- CEIOPS (2010), CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II : SCR Standard Formula, Article 111b, Calibration of Market Risk Module
- EIOPA (2014), The underlying assumptions in the standard formula for the Solvency Capital Requirement calculation
- RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2015/2450 DE LA COMMISSION du 2 décembre 2015
- Commission Européenne (2014), Règlement délégué (UE) 2015/35 de la Commission.
- Commission Européenne (2009), Directive 2009/138/CE du Parlement Européen et du Conseil

MÉMOIRE ET THÈSE :

- CHAUMIEN H. (2016), Modélisation du risque de Spread et du risque souverain dans le cadre de l'ORSA, MUTAVIE
- IMBERT L. (2012), Evaluation du risque souverain dans le cadre de l'ORSA, mémoire d'actuaire, EURIA

- SYDOR T. (2007), La Value at Risk, mémoire d'actuaire, EURIA
- YAHYAOU M., ENG N. (2014), La modélisation du risque souverain dans un portefeuille d'assureur : mise en oeuvre et comparaison d'un modèle de défaut et d'un modèle de risque de spread, mémoire d'actuaire, ENSAE
- AGREBI A.(2016), Développement d'un modèle de gestion d'un portefeuille de rentes viagères, EURIA
- ANTHONY L. (2010), SolvabilitéII : Exigences quantitatives et impacts comptables sur une société d'assurance mutuelle non-vie, PARIS DAUPHINE
- OPTIMIND WINTER (2010), Livre Blanc Solvency II, Les Consultation Papers 3ème vague
- OPTIMIND WINTER (2015), La déviation du profil de risques : un élément clé de l'ORSA (cadre réglementaire et éléments méthodologiques)

OUVRAGES

- GAILLARD Norbert (2012), Notation Souveraine, docteur en économie.
- LECOUTRE J-P. (2012), Statistique et probabilités, cours et exercices corrigés. Dunod

SUPPORT DE COURS

- JIAO YING, (2020) Cours de risque de crédit
- FREDERIC P. (2016) Modèles quantitatif pour l'ORSA Introduction

ANNEXES

Annexe I : Catégories de rating des agences Moody's, SP et Fitch

		Standard & poor's		Fitch		moody's		Interprétation financière
		Court terme	Long terme	Court terme	Long terme	Court terme	Long terme	
Investment Grade (High Grade)	A1+	AAA	F1+	AAA	P1	Aaa	Capacité de remboursement extrêmement élevée non susceptible d'être affectée par les événements extérieurs.	
		AA+		AA+		Aa1	Excellente qualité de signature. Capacité de remboursement très élevée, non significativement vulnérable.	
		AA		AA		Aa2		
		AA-		AA-		Aa3		
	A1	A+	F1	A+	P2	A1	Très bonne qualité de signature. Capacité de remboursement élevée, mais éventuellement vulnérable aux changements de conjoncture économique.	
		A		A		A2		
	A2	A-	F2	A-	P3	A3	Bonne qualité de signature. Capacité de remboursement satisfaisante mais pouvant être affectée par des changements de conjoncture économique.	
		BBB+		BBB+		Baa1		
	A3	BBB	F3	BBB	Not prime	Baa2		
		BBB-		BBB-		Baa3		
High Yield	B	BB+	B	BB+	Not prime	Ba1	Spéculatif. Risque de défaut non négligeable, particulièrement, en cas de conjoncture défavorable.	
		BB		BB		Ba2		
		BB-		BB-		Ba3		
		B+		B+		B1	Hautement spéculatif. Risque de crédit significatif, mais avec une marge de sécurité rémanante. Engagements financiers encore tenus. Possibilité de redressement.	
		B		B		B2		
		B-		B-		B3		
	C	CCC	C	CCC	Not prime	Caa	Risque de défaut élevé. Capacité de remboursement conditionnelle à des restructurations. CC indique un défaut probable. C indique un défaut de paiement	
		CC		CC		Ca		
		C		C		C		
	D	D	D	D	D	D	Défaut.	

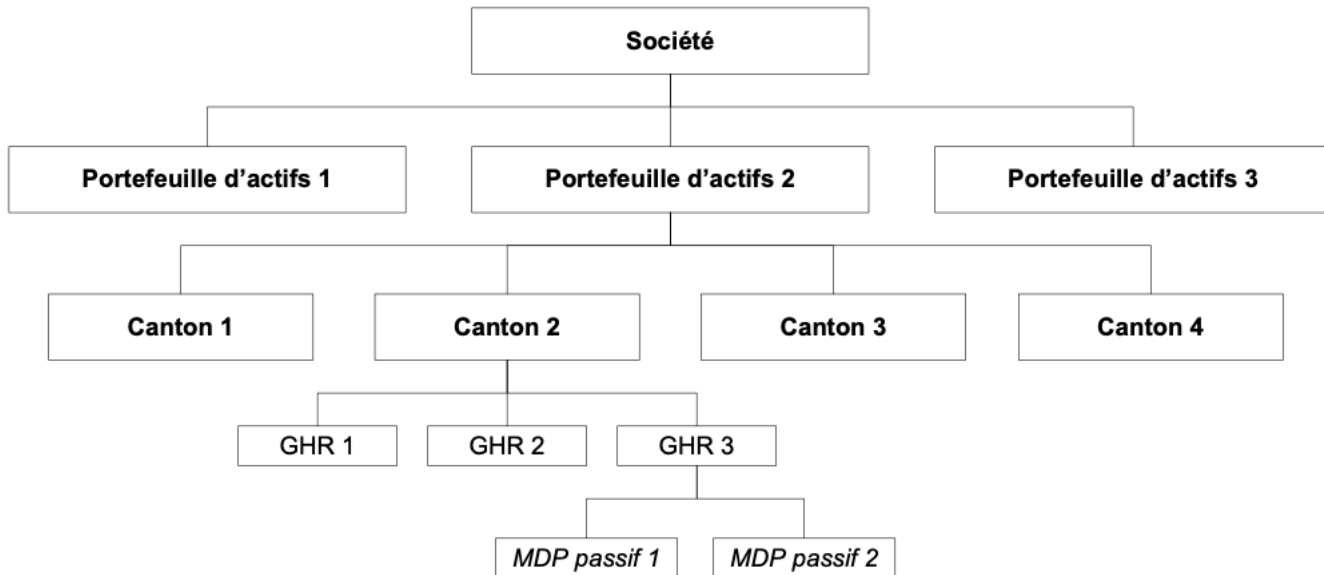
Annexe II : Facteurs de chocs selon la durée modifiée et la notation du titre obligataire pour le calibrage du risque de spread

Tableau 1 : Données EIOPA pour la formule standard

Duration modifiée (dur_i)	Stress $_i$	Notation			
		AAA	AA	A	BBB
1	$b_i * dur_i$	0,90%	1,10%	1,40%	2,50%
2	$b_i * dur_i$	1,80%	2,20%	2,80%	5,00%
3	$b_i * dur_i$	2,70%	3,30%	4,20%	7,50%
4	$b_i * dur_i$	3,60%	4,40%	5,60%	10,00%
5	$b_i * dur_i$	4,50%	5,50%	7,00%	12,50%
6	$a_i + b_i * (dur_i - 5)$	5,00%	6,10%	7,70%	14,00%
7	$a_i + b_i * (dur_i - 5)$	5,50%	6,70%	8,40%	15,50%
8	$a_i + b_i * (dur_i - 5)$	6,00%	7,30%	9,10%	17,00%
9	$a_i + b_i * (dur_i - 5)$	6,50%	7,90%	9,80%	18,50%
10	$a_i + b_i * (dur_i - 5)$	7,00%	8,50%	10,50%	20,00%
11	$a_i + b_i * (dur_i - 10)$	7,50%	8,90%	11,00%	21,00%
12	$a_i + b_i * (dur_i - 10)$	8,00%	9,40%	11,50%	22,00%
13	$a_i + b_i * (dur_i - 10)$	8,50%	9,90%	12,00%	23,00%
14	$a_i + b_i * (dur_i - 10)$	9,00%	10,40%	12,50%	24,00%
15	$a_i + b_i * (dur_i - 10)$	9,50%	10,90%	13,00%	25,00%
16	$a_i + b_i * (dur_i - 15)$	10,00%	11,40%	13,50%	26,00%
17	$a_i + b_i * (dur_i - 15)$	10,50%	11,90%	14,00%	27,00%
18	$a_i + b_i * (dur_i - 15)$	11,00%	12,40%	14,50%	28,00%
19	$a_i + b_i * (dur_i - 15)$	11,50%	12,90%	15,00%	29,00%
20	$a_i + b_i * (dur_i - 15)$	12,00%	13,40%	15,50%	30,00%
21	$a_i + b_i * (dur_i - 20)$	12,50%	13,90%	16,00%	30,50%
22	$a_i + b_i * (dur_i - 20)$	13,00%	14,40%	16,50%	31,00%
23	$a_i + b_i * (dur_i - 20)$	13,50%	14,90%	17,00%	31,50%
24	$a_i + b_i * (dur_i - 20)$	14,00%	15,40%	17,50%	32,00%
25	$a_i + b_i * (dur_i - 20)$	14,50%	15,90%	18,00%	32,50%

Annexe III : Organisation des portefeuilles et cantons

Les différentes granularités du modèle ALM peuvent être représentées de la façon suivante :



Annexe VI : Description des Indices Merrill Lynch

The BofA Merrill Lynch Euro Government Index :

Les définitions et règles applicables aux grandes familles d'indices utilisés sont décrites ci-dessous :

The BofA Merrill Lynch Euro Government Index tracks the performance of EUR denominated sovereign debt publicly issued by Euro member countries in either the eurobond market or the issuer's own domestic market. Qualifying countries must be Euro members, have an investment grade foreign currency long-term sovereign debt rating (based on an average of Moody's, SP and Fitch), and must have at least one readily available, transparent price source for their securities. To be considered for inclusion a country must be a Euro member as of the first of the month. For example, a country joining the EMU on January 1 would be added to the index at the December 31 rebalancing. Qualification with respect to country rating criteria is determined monthly based on information available as of the third business day before the last business day of the month and takes effect on each month-end rebalancing date. Qualifying securities must have at least one year remaining term to final maturity, a fixed coupon schedule and a minimum amount outstanding of EUR 1 billion. Qualifying securities must have at least 18 months to final maturity at the time of issuance. Callable perpetual securities qualify provided they are at least one year from the first call date. Fixed-to-floating rate securities also qualify provided they are callable within the fixed rate period and are at least one year from the last call prior to the date the bond transitions from a fixed to a floating rate security. Bills, inflation-linked debt and strips are excluded from the Index ; however, original issue zero coupon bonds are included in the Index and the amounts outstanding of qualifying coupon securities are not reduced by any portions that have been stripped. Euro legacy currency bonds are also excluded from the Index. Securities issued or marketed primarily to retail investors do not qualify for inclusion in the index. Index constituents are capitalization-weighted based on their current amount outstanding times the market price plus accrued interest. Accrued interest is calculated assuming next-day settlement. Cash flows from bond payments that are received during the month are retained in the index until the end of the month and then are removed as part of the rebalancing. Cash does not earn any reinvestment income while it is held in the index. Information concerning constituent bond prices, timing and conventions is provided in the BofA Merrill Lynch Bond Index Guide, which can be accessed on Bloomberg (IND2[go], 4[go]), or by sending a request to mlindex@ml.com. The index is rebalanced on the last calendar day of the month, based on information available up to and including the third business day before the last business day of the month. No changes are made to constituent holdings other than on month end rebalancing dates.