

SOLVABILITÉ II

Anna Castañer et M.Mercè Claramunt

Universitat de Barcelona

Octobre 2014

Selon l'Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles (AEAPP) (European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA), en anglais), "Solvabilité II est un projet qu'a comme objectif réviser le régime de surveillance des entreprises d'assurance et réassurance dans l'Union Européenne. Le premier pas a été l'adoption en Novembre de 2009 de la Directive Solvabilité II."

Ce document présente les concepts clés et les principales formules de calcul quantitatif inclus dans Solvabilité II. Ce document est le résultat de la préparation et l'enseignement du point 4 du cours « Solvabilité » du Master en Sciences Actuarielles et Financières de l'Université de Barcelone.

Cette version en français est le résultat de la participation dans la "Formation des formateurs" en collaboration avec l'ISFA de l'Université de Lyon-I.

Index

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- 1 Index...3
- 2 Introduction. Concepts clés de Solvabilité II...4
 - Directive 2009/138/CE...11
- 3 Dépendance et diversification...42
 - Matrices de corrélation pour le calcul du SCR...42
 - Application des matrices de corrélation...56
 - Effet de diversification selon les corrélations entre les risques...60
- 4 “Meilleure estimation” des engagements...67
- 5 Marge de Risque...103
- 6 Exigences de capital...105
 - Concepts et définitions...105
 - SCR vie...114
 - Risque de souscription non-vie...122

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Solvabilité II (Solvency II en anglais) est un projet de réforme européenne de la réglementation prudentielle s'appliquant au secteur de l'assurance.

Sa date d'entrée en application est fixée au 1er janvier 2016.

Dans la lignée de Bâle II pour les banques, son objectif est d'encourager les organismes à mieux connaître et à évaluer leurs risques notamment en adaptant les exigences réglementaires aux risques que les entreprises encourent dans leur activité.

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Les exigences sont structurées en trois piliers :

- 1 Premier pilier : les exigences **quantitatives** notamment en matière de fonds propres et de calculs des provisions techniques.
- 2 Deuxième pilier : les exigences en **matière d'organisation et de gouvernance** des organismes.
- 3 Troisième pilier : les exigences en matière d'**informations prudentielles et de publication**.

Ces piliers sont complétés par un quatrième aspect, que constitue **le contrôle des groupes**, qui va au-delà de la directive en vigueur sur la surveillance complémentaire des organismes d'assurance faisant partie d'un groupe d'assurance. Solvabilité II intègre notamment les dispositions sur les collèges de contrôleurs d'assurance du protocole dit de Helsinki.

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

La directive laisse une plus grande liberté d'appréciation aux organismes d'assurance pour ce qui concerne :

- L'évaluation des provisions techniques.
- Le calcul des exigences de capital (SCR - Solvency Capital Requirement - et MCR - Minimum Capital requirement), qui seront déterminées via une formule standard ou - c'est une nouveauté dans l'assurance - un modèle interne dont l'emploi aura été autorisé par l'Autorité de contrôle.
- La politique de placement, les placements devant être effectués selon le principe de la « personne prudente » (prudent person principle).

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Enfin Solvabilité II généralise l'évaluation à la « juste valeur » (fair value) pour l'ensemble des éléments du bilan.

La Directive-cadre du projet Solvabilité II sera encore affinée par la Directive Omnibus 2 , qui intègre les modifications apportées par le traité de Lisbonne et la création de l'EIOPA (acronyme anglais pour l'**Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles**).

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

L'architecture réglementaire de Solvabilité II, modifiée par Omnibus 2, se décompose ainsi :

- Le niveau 1 : Directive 2009/138/CE (“Solvabilité II”), modifiée par la Directive 2014/51/UE (Omnibus II) ;
- Le niveau 2 :
 - **Actes délégués** (Delegated Acts, en anglais) rédigés par la Commission européenne.
 - **Standards techniques réglementaires** (Regulatory Technical Standards) rédigés par l'EIOPA¹.

Ces actes délégués et ces standards techniques réglementaires sont contraignants et d'application directe.

1. Toutefois, au début de l'entrée en application du nouveau régime et pendant une période de deux ans, la Commission est autorisée par la directive à rédiger elle-même les standards techniques réglementaires (en vertu d'une sunrise clause).

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- Le niveau 3 :
 - **Normes techniques d'exécution** (Implementing Technical Standards - ITS). Elles sont contraignants et directement applicables.
 - **Orientations et recommandations** (Guidelines and Recommendations). Pour ce qui concerne les guidelines, ce sont les autorités de contrôle nationales qui ont le choix de les faire appliquer ou non.

1. Introduction. Concepts clés de Solvabilité II

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Ensuite, la Directive 2009/138/CE (Directive, 2009) est résumée

Directive 2009/138/CE

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

1. Introduction
 2. Valorisation des actifs et des passifs
 3. Provisions techniques (PT)
 - 3.1. MEILLEURE ESTIMATION
 - 3.2. MARGE DE RISQUE
 4. Capital de solvabilité requis (CSR–SCR)
 - 4.1. FORMULE STANDARD
 - 4.1.1. CSR-module «risque de souscription non-vie»
 - 4.1.2. CSR-module «risque de souscription en vie»
 - 4.1.3. CSR-module «risque d’assurance maladie»
 - 4.1.4. CSR-module «risque de marché»
 - 4.1.5. CSR-contrepartie
 - 4.1.6. CSR-risque opérationnel
 - 4.2. MODÈLES INTERNES
 5. Minimum de capital requis
- A1. Annexe 1. Classification par branche d’assurance non-vie**
- A1.1. Classification des risques par branche d’assurance
 - A1.2. Appellation d’agrèments donnés simultanément pour plusieurs branches d’assurance
- A2. Annexe 2. Fonction actuarielle**

1. Introduction

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Mesurer et contrôler la solvabilité implique :

- 1 Évaluer les “fonds nets à ma disposition”, c’est à dire, la valeur des actifs et des passifs. Ainsi, on a besoin des critères d’évaluation.
- 2 Calculer “ce que l’on devrait avoir”, appelé Capital de Solvabilité Requis. Il est nécessaire d’établir des règles ou des procédures pour son calcul.

2. Valorisation des actifs et des passifs

- Les actifs doivent être évalués à la valeur à laquelle ils pourraient être échangés dans le cadre d'une transaction conclue, dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes

ACTIFS – VALEUR D'ÉCHANGEMENT

- Les passifs doivent être évalués au montant auquel ils pourraient être transférés ou réglés dans le cadre d'une transaction conclue, dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes.

PASSIFS – VALEUR DE TRANSFERT OU LIQUIDATION

La Commission arrête des mesures d'exécution exposant les méthodes et les hypothèses à utiliser lors de la valorisation des actifs et des passifs.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. Provisions techniques (PT)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- La valeur des **PT** correspond au montant actuel que les entreprises d'assurances et réassurances (A/R) devraient payer si elles transféraient sur le champ leurs engagements d'A/R à une autre entreprise d'A/R.
- Doivent se calculer pour des groupes homogènes de risque et par ligne d'activité, au minimum.
- La valeur des

$$PT = \text{MEILLEURE ESTIMATION} + \text{MARGE DE RISQUE}$$

- La meilleure estimation et la marge de risque :
 - Évaluation *par séparée* (par défaut)
 - Évaluation *jointe* : lorsque de futurs flux de trésorerie liés aux engagements d'A/R peuvent être, de manière fiable, répliqués au moyen d'instruments financiers pour lesquels il existe une valeur de marché fiable observable. La valeur des provisions techniques liées à ces futurs flux de trésorerie est déterminée à l'aide de la valeur de marché de ces instruments financiers.

3.1. MEILLEURE ESTIMATION

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs, compte tenu de la valeur temporelle de l'argent (valeur actuelle moyenne des flux de trésorerie futurs), estimée sur la base de la **courbe des taux sans risque pertinents**.

Est calculée brute, sans déduction des créances découlant des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation.

La meilleure estimation et les hypothèses de base doivent se comparer périodiquement avec l'expérience.

3.2. MARGE DE RISQUE

La marge de risque est calculée de manière à garantir que la valeur des provisions techniques est équivalente au montant que les entreprises d'A/R demanderaient pour reprendre et honorer les engagements d'A/R.

Lorsque les entreprises procèdent à une évaluation séparée de la meilleure estimation et de la marge de risque, les entreprises d'A/R calculent la marge de risque en déterminant le **coût que représente la mobilisation** d'un montant de fonds propres éligibles égal au capital de solvabilité requis nécessaire pour faire face aux engagements d'A/R pendant toute la durée de ceux-ci.

Le taux utilisé pour déterminer le coût que représente la mobilisation de ce montant de fonds propres éligibles (**Taux du coût du capital**) :

- est le même pour toutes les entreprises d'A/R et il est révisé périodiquement
- est égal au taux supplémentaire, s'ajoutant au taux d'intérêt sans risque pertinent, que supporterait une entreprise d'A/R détenant un montant de fonds propres éligibles, égal au capital de solvabilité requis qui est nécessaire pour faire face aux engagements d'A/R pendant toute la durée de ceux-ci.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4. Capital de solvabilité requis (CSR – SCR)

Dans les considérations on spécifie que le CSR devrait être défini comme **le capital économique que doivent détenir les entreprises d'A/R pour limiter la probabilité de ruine à un cas sur 200**, ou alternativement, pour que les dites entreprises demeurent en mesure, avec une probabilité d'au moins 99,5%, d'honorer leurs engagements envers les preneurs et les bénéficiaires dans les douze mois qui suivent.

- Se fonde sur l'hypothèse d'une continuité de l'exploitation de l'entreprise concernée.
- Tous les risques quantifiables sont pris en considération.
- Il doit couvrir le portefeuille en cours (seulement les pertes non anticipées), ainsi que le nouveau portefeuille dont la souscription est attendue dans les douze mois à venir.

CSO → $Var_{0,995}$ (fonds propres de base à l'horizon d'un an).

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4. Capital de solvabilité requis (CSR – SCR)

CSR → *VaR0,995* (fonds propres de base à l'horizon d'un an).

- Les fonds propres de base éligibles sont :
 - L'excédent des actifs sur les passifs (valorisés selon la normative). On doit déduire le montant des actions propres détenues par l'entreprise d'A/R.
 - Les passifs subordonnés.
- Couvre au minimum les risques suivants :
 - le risque de souscription en non-vie, en vie et en santé
 - le risque de marché
 - le risque de crédit
 - le risque opérationnel ; qui comprend les risques juridiques, mais ne comprend ni les risques découlant des décisions stratégiques, ni les risques de réputation.
- Doit se calculer au moins une fois par an.
- Calcule : **FORMULE STANDARD - MODÈLES INTERNES.**

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1. FORMULE STANDARD

CSR = CSR-de base + CSR-risque opérationnel + ajustement

$$\text{CSR-de base} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{CSR}_i \times \text{CSR}_j}$$

Pour le calcul du CSR-de base, les modules de risque i à considérer sont :

- Souscription en non-vie
- Souscription en vie
- Souscription en santé
- Marché
- Contrepartie

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1. FORMULE STANDARD

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Les coefficients de corrélation pour l'agrégation des modules sont :

| i, j | Marché | Contrep. | Vie | Santé | Non-vie |
|----------|--------|----------|------|-------|---------|
| Marché | 1 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Contrep. | 0.25 | 1 | 0.25 | 0.25 | 0.5 |
| Vie | 0.25 | 0.25 | 1 | 0.25 | 0 |
| Santé | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | 0 |
| Non-vie | 0.25 | 0.25 | 0 | 0 | 1 |

4.1.1. CSR- souscription non-vie

Reflète le risque découlant des engagements d'assurance non-vie, compte tenu des périls couverts et des procédés appliqués dans l'exercice de cette activité.

Le CSR-souscription non-vie est calculé sous la forme d'une combinaison des exigences de capital applicables aux sous-modules :

$$\text{CSR-souscription non-vie} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{CSR}_i \times \text{CSR}_j}$$

Étant les sous-modules i à considérer (au moins) :

- Sous-module de *risque de primes et de réserve en non-vie* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant la date de survenance, la fréquence et la gravité des événements assurés, ainsi que la date et le montant des règlements de sinistres.
- Sous-module de *risque de catastrophe en non-vie* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de l'incertitude importante, liée aux événements extrêmes ou exceptionnels, qui pèse sur les hypothèses retenues en matière de prix et de provisionnement.

NOTE : les corrélations parmi les sous-modules ne sont pas dans la Directive.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1.2. CSR-souscription en vie

Reflète le risque découlant des engagements d'assurance vie, compte tenu des périls couverts et des procédés appliqués dans l'exercice de cette activité.

Il est calculé avec la formule suivante :

$$\text{CSR-souscription en vie} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{CSR}_i \times \text{CSR}_j}$$

Les sous-modules i à considérer sont (au moins) :

- Sous-module *risque de mortalité* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des taux de mortalité, lorsqu'une augmentation de ces taux entraîne une augmentation de la valeur des engagements d'assurance ;
- Sous-module *risque de longévité* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des taux de mortalité, lorsqu'une baisse de ces taux entraîne une augmentation de la valeur des engagements d'assurance.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1.2. CSR-souscription en vie

- Sous-module de *risque d'invalidité - de morbidité* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des taux d'invalidité, de maladie et de morbidité.
- Sous-module de *risque de dépenses en vie* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des dépenses encourues pour la gestion des contrats d'assurance ou de réassurance.
- Sous-module de *risque de révision* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des taux de révision applicables aux rentes, sous l'effet d'un changement de l'environnement juridique ou de l'état de santé de la personne assurée.
- Sous-module de *risque de cessation* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau ou la volatilité des taux de cessation, d'échéance, de renouvellement et de rachat des polices.
- Sous-module de *risque de catastrophe en vie* : le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de l'incertitude importante, liée aux événements extrêmes ou irréguliers, qui pèse sur les hypothèses retenues en matière de prix et de provisionnement.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1.3. CSR-souscription en santé

Reflète le risque découlant de la souscription d'engagements d'assurance santé, qu'il s'exerce ou non sur une base technique similaire à celle de l'assurance vie, compte tenu des périls couverts et des procédés appliqués dans l'exercice de cette activité.

Il n'y a pas de sous-modules.

Il couvre les risques suivants au moins :

- Le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des dépenses encourues pour la gestion des contrats d'assurance ou de réassurance.
- Le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant la date de survenance, la fréquence et la gravité des événements assurés, ainsi que la date et le montant des règlements de sinistres au moment du provisionnement.
- Le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de l'incertitude importante, liée aux épidémies majeures et à l'accumulation inhabituelle de risques qui se produit dans ces circonstances extrêmes, qui pèse sur les hypothèses retenues en matière de prix et de provisionnement.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1.4. CSR-marché

Reflète le risque lié au niveau ou à la volatilité de la valeur de marché des instruments financiers ayant un impact sur la valeur des actifs et des passifs de l'entreprise concernée. Il reflète de manière adéquate toute inadéquation structurelle entre les actifs et les passifs, en particulier au regard de leur durée.

Il est calculé avec la formule suivante :

$$\text{CSR-marché} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{CSR}_i \times \text{CSR}_j}$$

Étant les sous-modules i (au minimum) :

- Sous-module *risque de taux d'intérêt* : la sensibilité de la valeur des actifs, des passifs et des instruments financiers aux changements affectant la courbe des taux d'intérêt ou la volatilité des taux d'intérêt.
- Sous-module *risque sur actions* : la sensibilité de la valeur des actifs, des passifs et des instruments financiers aux changements affectant le niveau ou la volatilité de la valeur de marché des actions. Le sous-module, calculé selon la formule standard, comprend un mécanisme d'ajustement symétrique qui est fonction du niveau actuel d'un indice approprié du cours des actions et de la moyenne pondérée de cet indice. La moyenne pondérée est calculée sur une période appropriée, qui est la même pour toutes les entreprises d'A/R. Cet ajustement ne peut pas entraîner l'application d'une exigence de capital pour actions qui soit supérieure, ou inférieure, de plus de dix points de pourcentage à l'exigence standard de capital pour actions.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDirective
2009/138/CEDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4.1.4. CSR-marché

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- Sous-module *risque sur actifs immobiliers* : la sensibilité de la valeur des actifs, des passifs et des instruments financiers aux changements affectant le niveau ou la volatilité de la valeur de marché des actifs immobiliers.
- Sous-module *risque lié à la marge* : la sensibilité de la valeur des actifs, des passifs et des instruments financiers aux changements affectant le niveau ou la volatilité des marges («spreads») de crédit par rapport à la courbe des taux d'intérêt sans risque.
- Sous-module *risque de change* : la sensibilité de la valeur des actifs, des passifs et des instruments financiers aux changements affectant le niveau ou la volatilité des taux de change.
- Sous-module de *concentrations du risque de marché* : les risques supplémentaires supportés par l'entreprise d'A/R du fait soit d'un manque de diversification de son portefeuille d'actifs, soit d'une exposition importante au risque de défaut d'un seul émetteur de valeurs mobilières ou d'un groupe d'émetteurs liés.

4.1.5. CSR-contrepartie

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Reflète les pertes possibles que pourrait entraîner le défaut inattendu, ou la détérioration de la qualité de crédit, des contreparties et débiteurs de l'entreprise d'A/R durant les douze mois à venir.

Le module inclut :

- Les contrats d'atténuation des risques, tels que les accords de **réassurance**, les titrisations et les instruments dérivés.
- Les paiements à recevoir des intermédiaires.
- Tout autre risque de crédit ne relevant pas du sous-module «risque lié à la marge».

Pour chaque contrepartie, le module «risque de contrepartie» tient compte de l'exposition globale au risque de contrepartie encourue par l'entreprise d'A/R concernée à l'égard de cette contrepartie, indépendamment de la forme juridique de ses obligations contractuelles envers cette entreprise.

4.1.6. CSR-risque opérationnel

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Reflète les risques opérationnels, dans la mesure où ceux-ci ne sont pas déjà pris en considération dans les modules de risque inclus dans le CSR-de base.

Dans le cas des *contrats d'assurance vie* où le risque d'investissement est supporté par le preneur, le calcul de l'exigence de capital pour risque opérationnel tient compte du montant des dépenses annuelles encourues aux fins de ces engagements d'assurance

Dans le cas des opérations d'A/R autres que celles d'assurance vie, le calcul de l'exigence de capital pour risque opérationnel tient compte du volume de ces opérations, en termes d'encaissement de primes et de provisions techniques détenues pour faire face aux engagements d'A/R correspondants. L'exigence de capital pour risque opérationnel ne dépasse alors pas 30% du capital de solvabilité requis de base afférent aux opérations d'A/R concernées.

4.2. MODÈLES INTERNES

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Les entreprises d'A/R peuvent utiliser des modèles internes intégraux ou partiels pour calculer le CSR. Ces modèles sont soumis à l'approbation des autorités de contrôle.

Les modèles internes peuvent être INTÉGRAUX ou PARTIELS.

Modèles internes PARTIELS :

- pour calculer un ou plusieurs des éléments suivants :
 - a) Un ou plusieurs des modules ou sous-modules de risque du CSR-de base.
 - b) L'exigence de capital pour risque opérationnel.
 - c) L'ajustement visant à tenir compte de la capacité d'absorption des pertes des provisions techniques et des impôts différés.

4.2. MODÈLES INTERNES

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Modèles internes PARTIELS (Suiv.) :

- Peut être appliquée à l'ensemble de l'activité de l'entreprise d'A/R concernée, ou seulement à une ou plusieurs de ses unités opérationnelles majeures.
- Son approbation doit satisfaire aux conditions additionnelles.
- Lorsque les autorités de contrôle évaluent une demande d'utilisation d'un modèle interne partiel ne couvrant que certains sous-modules d'un *module de risque donné* ou que certaines unités opérationnelles de l'entreprise d'A/R en ce qui concerne un module de risque donné, ou l'un et l'autre pour partie, elles peuvent exiger de cette entreprise d'A/R qu'elle soumette un PLAN DE TRANSITION réaliste en vue d'étendre le champ d'application de son modèle à d'autres sous-modules ou unités opérationnelles, de façon à garantir que le modèle couvre une part prédominante de ses opérations d'assurance en ce qui concerne le module de risque donné.

4.2. MODÈLES INTERNES

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- Une fois reçue l’approbation pour utiliser un modèle interne, les entreprises d’A/R **ne reviennent pas** à la formule standard pour calculer l’ensemble de leur capital de solvabilité requis ou une partie quelconque de celui-ci, sauf circonstances dûment justifiées et sous réserve de l’approbation des autorités de contrôle.
- L’utilisation des modèles internes est soumise, en addition à l’approbation initiale, aux normes de qualité statistique, de calibrage, de validation et en matière de documentation qui ont été déjà incorporées dans la directive.

5. Minimum de capital requis

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Doit être couvert avec des fonds propres de base éligibles.

Il est calculé conformément aux principes suivants :

- Il est calculé d'une manière claire et simple, et de telle sorte que son calcul puisse faire l'objet d'un audit.
- Il correspond à un montant de fonds propres de base éligibles en-deçà duquel les preneurs et les bénéficiaires seraient exposés à un niveau de risque inacceptable si l'entreprise d'assurance ou de réassurance était autorisée à poursuivre son activité.
- Il est calibrée selon la **valeur en risque des fonds propres de base avec un niveau de confiance de 85% à l'horizon d'un an.**
REMAQUE : CSR-99.5% ; MCR-85%.
- Il a un seuil plancher absolu.

Anexe 1. CLASSIFICATION PAR BRANCHE D'ASSURANCE NON-VIE

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

A1.1. Classification des risques par branche
d'assurance

A1.2. Appellation d'agrément donné
simultanément pour plusieurs branches
d'assurance

A1.1. Classification des risques par branche d'assurance

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Branche 1. Accidents (y compris les accidents de travail et les maladies professionnelles) :

- prestations forfaitaires,
- prestations indemnitaires,
- combinaisons,
- personnes transportées.

Branche 2. Maladie :

- prestations forfaitaires,
- prestations indemnitaires,
- combinaisons.

Branche 3. Corps de véhicules terrestres (autres que ferroviaires). Tout dommage subi par :

- véhicules terrestres automoteurs,
- véhicules terrestres non automoteurs.

Branche 4. Corps de véhicules ferroviaires. Tout dommage subi par les véhicules ferroviaires.

Branche 5. Corps de véhicules aériens. Tout dommage subi par les véhicules aériens.

A1.1. Classification des risques par branche d'assurance

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Branche 6. Corps de véhicules maritimes, lacustres et fluviaux. Tout dommage subi par :

- véhicules fluviaux,
- véhicules lacustres,
- véhicules maritimes.

Branche 7. Marchandises transportées (y compris les marchandises, bagages et tous autres biens). Tout dommage subi par les marchandises transportées ou bagages, quel que soit le moyen de transport.

Branche 8. Incendie et éléments naturels. Tout dommage subi par les biens (autres que les biens compris dans les branches 3, 4, 5, 6 et 7) lorsqu'il est causé par :

- incendie,
- explosion, tempête,
- éléments naturels autres que la tempête,
- énergie nucléaire,
- affaissement de terrain.

Branche 9. Autres dommages aux biens. Tout dommage subi par les biens (autres que les biens compris dans les branches 3, 4, 5, 6 et 7) lorsque ce dommage est causé par la grêle ou la gelée, ainsi que par tout événement, tel le vol, autre que ceux compris dans la branche 8.

A1.1. Classification des risques par branche d'assurance

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Branche 10. R.C. véhicules terrestres automoteurs. Toute responsabilité résultant de l'emploi de véhicules terrestres automoteurs (y compris la responsabilité du transporteur).

Branche 11. R.C. véhicules aériens. Toute responsabilité résultant de l'emploi de véhicules aériens (y compris la responsabilité du transporteur).

Branche 12. R.C. véhicules maritimes, lacustres et fluviaux. Toute responsabilité résultant de l'emploi de véhicules fluviaux, lacustres et maritimes (y compris la responsabilité du transporteur).

Branche 13. R.C. générale. Toute responsabilité autre que celles mentionnées sous les branches 10, 11 et 12.

Branche 14. Crédit :

- insolvabilité générale,
- crédit à l'exportation,
- vente à tempérament,
- crédit hypothécaire,
- crédit agricole.

A1.1. Classification des risques par branche d'assurance

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Branche 15. Caution :

- caution directe,
- caution indirecte.

Branche 16. Pertes pécuniaires diverses :

- risques d'emploi,
- insuffisance de recettes (générale),
- mauvais temps,
- pertes de bénéficiaires,
- persistance de frais généraux,
- dépenses commerciales imprévues,
- perte de la valeur vénale,
- pertes de loyers ou de revenus,
- autres pertes commerciales indirectes,
- autres pertes pécuniaires non commerciales,
- autres pertes pécuniaires.

Branche 17. Protection juridique.

Branche 18. Assistance. Assistance aux personnes en difficulté au cours de déplacements, d'absences de leur domicile ou de leur résidence habituelle.

A1.2 Appellation d'agrément donnés simultanément pour plusieurs branches d'assurance

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- Branches 1 et 2. "Accidents et maladie".
- Branches 1 (quatrième tiret), 3, 7 et 10. "Assurance automobile".
- Branches 1 (quatrième tiret), 4, 6, 7 et 12. "Assurance maritime et transport".
- Branches 1 (quatrième tiret), 5, 7 et 11. "Assurance aviation".
- Branches 8 et 9. "Incendie et autres dommages aux biens".
- Branches 10, 11, 12 et 13. "Responsabilité civile".
- Branches 14 et 15. "Crédit et caution".
- Toutes les branches, il est donné sous l'appellation choisie par l'État membre intéressé, qui la communique aux autres États membres et à la Commission.

Anexo 2. Fonction actuarielle

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Les entreprises d’A/R mettent en place une fonction actuarielle efficace afin de :

- a) coordonner le calcul des provisions techniques ;
- b) garantir le caractère approprié des méthodologies, des modèles sous-jacents et des hypothèses utilisés pour le calcul des provisions techniques ;
- c) apprécier la suffisance et la qualité des données utilisées dans le calcul des provisions techniques ;
- d) comparer les meilleures estimations aux observations empiriques ;
- e) informer l’organe d’administration, de gestion ou de contrôle de la fiabilité et du caractère adéquat du calcul des provisions techniques ;

Anexo 2. Fonction actuarielle

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- f) superviser le calcul des provisions techniques quand on utilise des approximations adéquates, y compris par approches au cas par cas, pour le calcul de la meilleure estimation. (quand, dans des circonstances particulières, les entreprises d’A/R ne disposent pas de suffisamment de données d’une qualité appropriée pour appliquer une méthode actuarielle fiable à un ensemble ou à un sous-ensemble de leurs engagements d’A/R, ou de créances découlant de contrats de réassurance et de véhicules de titrisation) ;
- g) émettre un avis sur la politique globale de souscription ;
- h) émettre un avis sur l’adéquation des dispositions prises en matière de réassurance ;
- i) contribuer à la mise en oeuvre effective du système de gestion des risques, en particulier pour ce qui concerne la modélisation des risques sous-tendant le calcul des exigences de capital (CSR et MCR), et pour ce qui concerne l’évaluation interne des risques et de la solvabilité que chaque entreprise doit faire dans le cadre de son système de gestion des risques (et qui ne sert pas à calculer le CSR).

Anexo 2. Fonction actuarielle

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Directive
2009/138/CE

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

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

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Dans cette sous-section nous recueillons la structure de risque pour le calcul de SCR avec la formule standard (en anglais). Après, on peut trouver les matrices de corrélation pour l'agrégation. Toutes ces informations sont extraites de QIS5 (CEIOPS, 2010c) et de Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment Part I et II (LSLTGA) (EIOPA, 2013)).

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

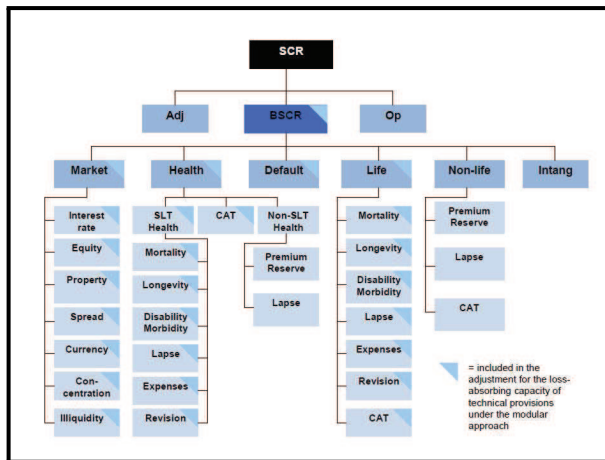


FIGURE 1 : Structure de la formule standard : Calcul du SCR (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

| i \ j | Market | Default | Life | Health | Non-life |
|----------|--------|---------|------|--------|----------|
| Market | 1 | | | | |
| Default | 0.25 | 1 | | | |
| Life | 0.25 | 0.25 | 1 | | |
| Health | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | |
| Non-life | 0.25 | 0.5 | 0 | 0 | 1 |

FIGURE 2 : Matrice de Corrélations CSR-de base (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

SCR.5.5. The market sub-risks should be combined to an overall capital requirement SCR_{mkt} for market risk using a correlation matrix as follows:

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrMkt_{i,j} \cdot Mkt_i \cdot Mkt_j}$$

and the correlation matrix $CorrMkt$ is defined as:

| CorrMkt | Interest | Equity | Property | Spread | Currency | Concentration | Counter-cyclical premium |
|--------------------------|----------|--------|----------|--------|----------|---------------|--------------------------|
| Interest | 1 | | | | | | |
| Equity | A | 1 | | | | | |
| Property | A | 0.75 | 1 | | | | |
| Spread | A | 0.75 | 0.5 | 1 | | | |
| Currency | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1 | | |
| Concentration | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Counter-cyclical premium | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

The factor A shall be equal to 0 when the capital requirement for interest rate risk as determined in paragraph SCR 5.25, below, is derived from the capital requirement for the risk of an increase in the interest rate term structure including the loss absorbing capacity of technical provision. Otherwise, the factor A shall be equal to 0.5.

FIGURE 3 : SCR du risque de marché (Fuente QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

SCR.5.43. In a second step, the capital requirement for equity risk is derived by combining the capital requirements for the individual categories using a correlation matrix as follows:

$$MKT_{eq} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrIndex^{rxc} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

and where the correlation matrix *CorrIndex* is defined as:

| <i>CorrIndex</i> | <i>Type 1</i> | <i>Type 2</i> |
|------------------|---------------|---------------|
| <i>Type 1</i> | 1 | |
| <i>Type 2</i> | 0.75 | 1 |

- Type 1 equities are equities listed in regulated markets in countries which are members of the EEA or the OECD.
- Type 2 equities shall comprise equities listed in stock exchanges in countries which are not members of the EEA or OECD, equities which are not listed, private equities, hedge funds, commodities and other alternative investments.

FIGURE 4 : SCR du risque sur actions (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

$$SCR_{Health} = \sqrt{\sum_{rsc} CorrHealth_{rsc} \bullet Health_r \bullet Health_c}$$

and where the correlation matrix *CorrHealth* is defined as follows:

| <i>CorrHealth</i> | <i>Health_{SLT}</i> | <i>Health_{Non SLT}</i> | <i>Health_{CAT}</i> |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| <i>Health_{SLT}</i> | 1 | | |
| <i>Health_{Non SLT}</i> | 0.5 | 1 | |
| <i>Health_{CAT}</i> | 0.25 | 0.25 | 1 |

FIGURE 5 : SCR du risque de souscription en santé (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

$$Health_{SLT} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrHealth_{rxc}^{SLT} \cdot Health_r^{SLT} \cdot Health_c^{SLT}}$$

and where the correlation matrix $CorrHealth^{SLT}$ is defined as follows:

| | Mortality | Longevity | Disability/ morbidity | Lapse | Expense | Revision |
|--------------------------|-----------|-----------|--------------------------|-------|---------|----------|
| Mortality | 1 | | | | | |
| Longevity | -0.25 | 1 | | | | |
| Disability/ morbidity | 0.25 | 0 | 1 | | | |
| Lapse | 0 | 0.25 | 0 | 1 | | |
| Expense | 0.25 | 0.25 | 0.50 | 0.5 | 1 | |
| Revision | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0.50 | 1 |

FIGURE 6 : SCR du risque de souscription en santé SLT (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

$$Health^{NonSLT} = \sqrt{\left(Health_{pr}^{NonSLT}\right)^2 + \left(Health_{lapse}^{NonSLT}\right)^2}$$

Matrice de corrélations

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

FIGURE 7 : SCR du risque de souscription en santé no SLT
(Source QIS5)

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

$$SCR_{healthCAT} = \sqrt{SCR_{ma}^2 + SCR_{ac}^2 + SCR_p^2}$$

Matrice de corrélations

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

| | | |
|------------|---|---|
| SCR_{ma} | = | Capital requirement of the mass accident risk sub-module |
| SCR_{ac} | = | Capital requirement of the accident concentration risk sub-module |
| SCR_p | = | Capital requirement of the pandemic risk sub-module |

FIGURE 8 : SCR du risque catastrophique en santé (Source QIS5)

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

$$SCR_{ma} = \sqrt{\sum_s SCR_{(ma,s)}^2}$$
$$SCR_{ac} = \sqrt{\sum_c SCR_{(ac,c)}^2}$$

FIGURE 9 : SCR du risque catastrophique en santé (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

$$SCR_{def} = \sqrt{SCR_{def,1}^2 + 1.5 \cdot SCR_{def,1} \cdot SCR_{def,2} + SCR_{def,2}^2}$$

Matrice de corrélations

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.75 \\ 0.75 & 1 \end{pmatrix}$$

FIGURE 10 : SCR risque contrepartie (Source QIS5)

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{rnc} CorrLife_{r,c} \cdot Life_r \cdot Life_c}$$

and where the correlation matrix *CorrLife* is defined as follows:

| | Mortality | Longevity | Disability | Lapse | Expenses | Revision | CAT |
|------------|-----------|-----------|------------|-------|----------|----------|-----|
| Mortality | 1 | | | | | | |
| Longevity | -0.25 | 1 | | | | | |
| Disability | 0.25 | 0 | 1 | | | | |
| Lapse | 0 | 0.25 | 0 | 1 | | | |
| Expenses | 0.25 | 0.25 | 0.5 | 0.5 | 1 | | |
| Revision | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0.5 | 1 | |
| CAT | 0.25 | 0 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0 | 1 |

FIGURE 11 : SCR du risque de souscription en vie (Source QIS5)

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

$$SCR_{nl} = \sqrt{\sum CorrNL_{r,c} \cdot NL_r \cdot NL_c}$$

and where the correlation matrix $CorrNL$ is defined as:

| $CorrNL$ | NL_{pr} | NL_{lapse} | NL_{CAT} |
|--------------|-----------|--------------|------------|
| NL_{pr} | 1 | | |
| NL_{lapse} | 0 | 1 | |
| NL_{CAT} | 0.25 | 0 | 1 |

FIGURE 12 : SCR du risque de souscription en non-vie (Source QIS5)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Matrices de corrélation pour le calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

$$SCR_{nlCAT} = \sqrt{(SCR_{natCAT} + SCR_{npproperty})^2 + SCR_{nmCAT}^2 + SCR_{CATother}^2}$$

| | | |
|--------------------|---|---|
| SCR_{natCAT} | = | Capital requirement for natural catastrophe risk |
| $SCR_{npproperty}$ | = | Capital requirement for the catastrophe risk of non-proportional property reinsurance |
| SCR_{nmCAT} | = | Capital requirement for man-made catastrophe risk |
| $SCR_{CATother}$ | = | Capital requirement for other non-life catastrophe risk |

FIGURE 13 : SCR du risque CAT en non-vie (Source QIS5)

2. Dépendance et diversification

Application des matrices de corrélation

- Solvabilité II tient compte des corrélations entre les risques.
- Donc, le CSR n'est pas additif.
- Ça c'est une grande différence avec d'autres éléments du bilan de l'assureur (les primes, les sinistres, ..)
- On a vu que :

$$\text{CSR} = \text{CSR-de base} + \text{CSR-risque opérationnel} + A_j$$

$$\text{CSR-de base} = \sqrt{\sum_{\forall i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{CSR}_i \times \text{CSR}_j}$$

Les corrélations $\text{Corr}_{i,j}$ sont dans les matrices de corrélations. À son tour, les CSR de différents sous modules dans chaque module de risque (marché, vie, non-vie, santé, contrepartie) sont agrégés de manière similaire.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Application des matrices de corrélation

Selon (CEIOPS, 2010a) :

- “In the mathematical science, correlation matrices are used to aggregate standard deviations of probability distributions or random variables. In this case, the entries of the matrix are defined as linear correlation coefficients, i.e. for two random variables X and Y , the entry is ”

$$\rho = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{Var}(X) \cdot \text{Var}(Y)}}$$

- “The capital requirements that are aggregated in the standard formula are, from a mathematical point of view, not standard deviations but quantiles of probability distributions². However, this does not imply that it is an abuse of the concept of correlation matrices to apply it in the context of the standard formula. This is because it can be shown that for multivariate normal distributions (or more general : for elliptic distributions), the aggregation with correlation matrices produces a correct aggregate of quantiles. In case the expected values of the marginal distributions are zero. This simplifying assumption is made in the standard formula which intends to quantify unexpected losses.”

2. The only exception to this rule are the correlation coefficients applied within the premium and reserve risk sub-module of the standard formula, to which the considerations set out in this sub-section are not intended to apply

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Application des matrices de corrélation

¿Qu'est-ce qui se passe avec une Normal Multivariée ?

- Hypothèse : chaque risque individuelle i est distribué selon une $N(\mu_i, \sigma_i^2)$ et le risque agrégé est Normal Multivarié

$$Y_i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$$

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i \sim N(\mu, \sigma^2)$$

avec $\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i$ (les espérances s'additionnent, sont additives)

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j$$

étant ρ_{ij} le coefficient de corrélation entre le risque i et le j .

- Dans ce cas là, $VaR_Y(\alpha) = E[Y] + \sigma_Y \cdot z_\alpha$ étant z_α le percentile de la $N(0, 1)$.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Application des matrices de corrélation

- Si l'on considère que $E[Y] = 0$ et $E[Y_i] = 0 \forall i$, alors

$$VaR_{Y_i}(\alpha) = z_\alpha \cdot \sigma_i \quad \forall i$$

$$\begin{aligned} VaR_Y(\alpha) &= z_\alpha \cdot \sigma = z_\alpha \sqrt{\sum \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} \\ &= \sqrt{\sum \rho_{ij} \cdot z_\alpha \cdot \sigma_i \cdot z_\alpha \cdot \sigma_j} \\ &= \sqrt{\sum \rho_{ij} \cdot VaR_{Y_i}(\alpha) \cdot VaR_{Y_j}(\alpha)} \end{aligned}$$

- Ainsi, compte tenu que CSR "devrait" être le $VaR - 0,995$ et que doit inclure seulement les pertes inattendues ($Y_i = 0, \forall i$), il est cohérent d'utiliser pour l'agrégation la formule de Solvabilité II.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

$$CSR_{\text{de base}} = \sqrt{\sum_{\forall i,j} \text{Corr}_{i,j} \times CSR_i \times CSR_j}$$

Trois cas :

- a) Les risques sont totalement indépendents. $\text{Corr}_{i,j} = 0$
 $\forall i \neq j$

$$CSR_{\text{de base}} = \sqrt{\sum_{\forall i} CSR_i^2} < \sum_{\forall i} CSR_i$$

Le capital de solvabilité requis pour le risque agrégé est inférieure à la somme des capitaux de solvabilité individuelles.

$$\text{Avantage diversification \%} = \frac{\sum_{\forall i} CSR_i - CSR_{\text{de base}}}{\sum_{\forall i} CSR_i} \cdot 100$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- b) Corrélation parfaite positive entre les risques. $\text{Corr}_{i,j} = 1$
 $\forall i \neq j$

$$\begin{aligned} \text{CSR}_{\text{de base}} &= \sqrt{\sum_{\forall i,j} \text{CSR}_i \cdot \text{CSR}_j} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{CSR}_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1, \\ i \neq j}}^n \text{CSR}_i \cdot \text{CSR}_j} \\ &= \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n \text{CSR}_i\right)^2} = \sum_{i=1}^n \text{CSR}_i \end{aligned}$$

Dans ce cas, le capital de solvabilité requis pour le risque agrégé est la somme arithmétique des capitaux de solvabilité requis de chaque risque. L'avantage dû à la diversification est zéro.

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversificationMatrices de
corrélation pour le
calcul du SCRApplication des
matrices de
corrélationEffet de diversification
selon les corrélations
entre les risques"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

c) Corrélacion non-parfaite positive entre les risques.

$$0 < \text{Corr}_{i,j} < 1 \quad i \neq j$$

$$\sqrt{\sum_{\forall i} \text{CSR}_i^2} < \text{CSR}_{\text{de base}} < \sum_{i=1}^n \text{CSR}_i$$

$$\text{Corr}_{i,j} = 0 \quad \Delta \text{Corr}_{i,j} \quad \text{Corr}_{i,j} = 1$$

Effet maximum de diversification \rightarrow Effet zéro de diversification

L'avantage de la diversification est, en général,

$$\frac{\sum_{\forall i} \text{CSR}_i - \text{CSR}_{\text{de base}}}{\sum_{\forall i} \text{CSR}_i} \cdot 100$$

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Qu'est-ce qui se passe si les corrélations sont négatives
 $-1 \leq \text{Corr}_{ij} < 0$? Pourquoi Solvabilité II est si prudent
avec les corrélations négatives ?

Exemple (1)

Calculer CSR en utilisant la matrice de corrélation de QIS5,
si

$$\text{CSR}_{\text{Marché}} = 100$$

$$\text{CSR}_{\text{Santé}} = 10$$

$$\text{CSR}_{\text{Défaut}} = 10$$

$$\text{CSR}_{\text{Non-vie}} = 0$$

$$\text{CSR}_{\text{Vie}} = 500$$

$$\text{CSR}_{\text{Opérationnel}} = 80$$

Calculer l'avantage du à la diversification.

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Exemple (1 Solution)

$$CSR = CSR_{\text{de base}} + CSR_{\text{opérationnel}}$$

Où :

$$CSR_{\text{de base}} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{ij} \cdot CSR_i \cdot CSR_j}$$

On a :

$$\begin{aligned} CSR_{\text{de base}} &= [CSR_{\text{marché}}^2 + CSR_{\text{défaut}}^2 + CSR_{\text{vie}}^2 + CSR_{\text{santé}}^2 + CSR_{\text{non-vie}}^2 \\ &+ CSR_{\text{marché}} \cdot CSR_{\text{défaut}} \cdot 0.25 \cdot 2 + CSR_{\text{marché}} \cdot CSR_{\text{vie}} \cdot 0.25 \cdot 2 \\ &+ CSR_{\text{marché}} \cdot CSR_{\text{santé}} \cdot 0.25 \cdot 2 + CSR_{\text{marché}} \cdot CSR_{\text{Non-vie}} \cdot 0.25 \cdot 2 \\ &+ CSR_{\text{défaut}} \cdot CSR_{\text{vie}} \cdot 0.25 \cdot 2 + CSR_{\text{défaut}} \cdot CSR_{\text{santé}} \cdot 0.25 \cdot 2 \\ &+ CSR_{\text{défaut}} \cdot CSR_{\text{Non-vie}} \cdot 0.5 \cdot 2 + CSR_{\text{vie}} \cdot CSR_{\text{santé}} \cdot 0.25 \cdot 2 \\ &+ CSR_{\text{Non-vie}} \cdot CSR_{\text{santé}} \cdot 0.25 \cdot 2 + CSR_{\text{vie}} \cdot CSR_{\text{Non-vie}} \cdot 0.25 \cdot 2]^{0.5} \end{aligned}$$

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR
Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Exemple (1 Solution Cont.)

$$\begin{aligned}
 CSR_{\text{de base}} &= [100^2 + 10^2 + 500^2 + 10^2 + 1000 \cdot 0.25 \cdot 2 + 50000 \cdot 0.25 \cdot 2 \\
 &+ 1000 \cdot 0.25 \cdot 2 + 5000 \cdot 0.25 \cdot 2 + 100 \cdot 0.25 \cdot 2 + 5000 \cdot 0.25 \cdot 2]^{0.5} \\
 &= 539.6758
 \end{aligned}$$

et

$$CSR_{\text{opérationnel}} = 80$$

Alors :

$$CSR = CSR_{\text{de base}} + CSR_{\text{opérationnel}} = 539.6758 + 80 = 619.675$$

Si tous les risques sont indépendants,

$$CSR_{\text{indép}} = \sqrt{100^2 + 10^2 + 500^2 + 10^2 + 80^2} = 516.333$$

2. Dépendance et diversification

Effet de diversification selon les corrélations entre les risques

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

Matrices de
corrélation pour le
calcul du SCR

Application des
matrices de
corrélation

Effet de diversification
selon les corrélations
entre les risques

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Exemple (1 Solution Cont.)

Si la corrélation est 1 :

$$CSR = 100 + 10 + 500 + 10 + 80 = 700$$

Réellement, nos risques sont dépendants mais la corrélation n'est pas parfaite, alors on obtient une valeur au milieu,

$$516.333 < 619,675 < 700$$

L'avantage du à la diversification :

$$B_{\text{diversification}}^{\circ} = \frac{700 - 619.675}{700} \cdot 100 = 11.47\%$$

3. “Best Estimate” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Cette section est basé en la Directive 2009/138/CE, le QIS5, la directive OMNIBUS II, et les TSLTGA. Mais quelques figures et l'exemple 2 (et sa solution) sont d'élaboration propre.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- C'est la première partie des provisions techniques PT (except dans les cas où l'on calcule les PT comme un tout sans séparer le “Best Estimate” (BE) et la Marge de Risque (MR)).
- Correspondre à la moyenne pondérée par leurs probabilités des flux de trésorerie futurs compte tenu de la valeur temporelle de l'argent, mais sans des marges supplémentaires.
- Aux fins du calcul des provisions techniques, les engagements d'A/R doivent être segmentés au minimum par ligne d'activité. (*line of business LoB*). Cette segmentation en lignes d'activité **s** ne suit pas les branches d'assurance vie et non-vie retenues pour l'agrément des activités d'assurance ou pour les classifications comptables ; elle doit être basée sur la nature du risque sous-jacent. (c'est à dire, sur les bases techniques) .
- **Segmentation** : doit être appliquée aux deux composantes des provisions techniques (meilleure estimation et marge de risque).

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

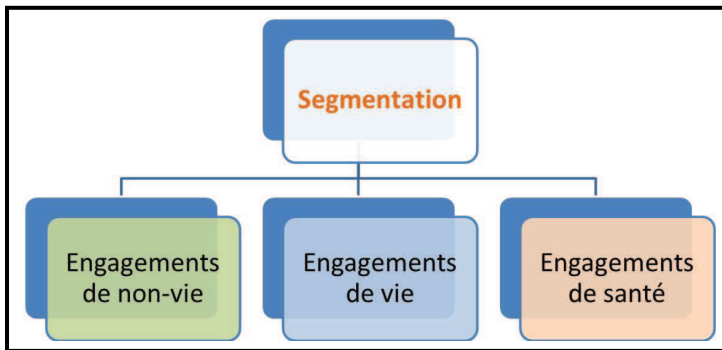


FIGURE 14 : Source Élaboration propre

3. “Meilleure estimation” des engagements

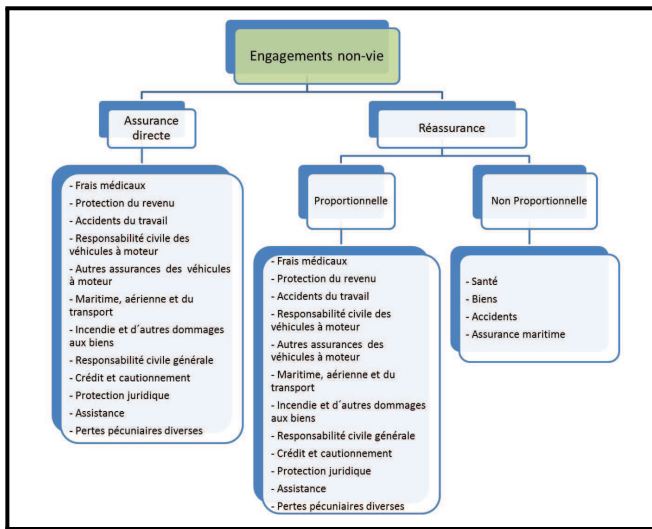


FIGURE 15 : Source Élaboration propre

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

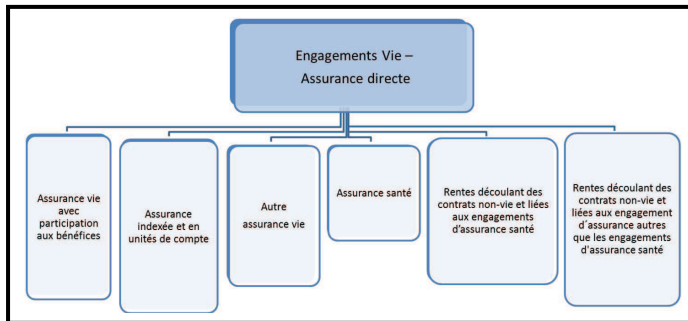


FIGURE 16 : Source Élaboration propre

3. “Meilleure estimation” des engagements

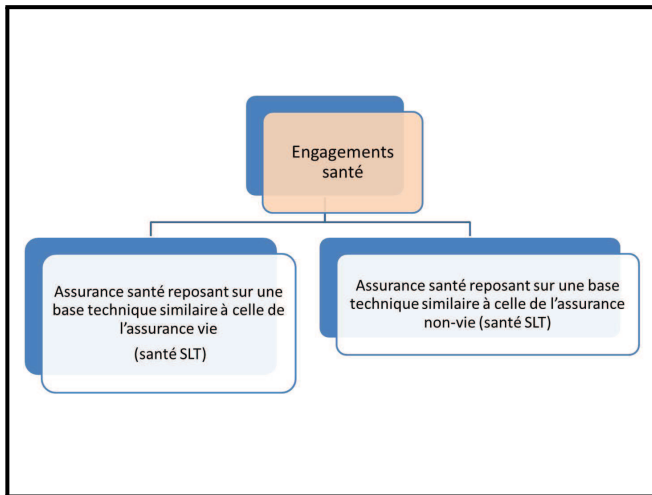


FIGURE 17 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Remarque

La définition de l'assurance vie retenue pour QIS5 ne coïncide pas nécessairement avec les définitions nationales de l'assurance vie appliquées aux fins de l'agrément ou de la comptabilité.

Méthodologie de calcul du BE

- Le BE doit correspondre à la moyenne pondérée par leurs probabilités des flux de trésorerie futurs compte tenu de la valeur temporelle de l'argent.
- Le calcul de la meilleure estimation doit faire appel aux techniques actuarielles et statistiques les plus représentatives des risques pesant sur les flux de trésorerie.
 - a) **Méthodes de simulation** (sont spécialement appropriées pour évaluer les futures prestations discrétionnaires relatives aux contrats avec participation ou à d'autres contrats intégrant des options et des garanties)
 - b) **Techniques analytiques**
 - c) **Techniques déterministes**

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

a) Méthodes de simulation :

Au lieu de considérer tous les scénarios possibles, on choisit un numéro suffisamment élevé de scénarios. Quelques techniques de simulation sont :

- Simulation de Monte-Carlo.
- Bootstrapping (on l'utilise pour les provisions non-vie).
- Des approches bayésiennes.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

b) Techniques analytiques :

- Elles utilisent des formules fermées qui sont basés sur la répartition des flux de trésorerie futurs.
- Exemples :
 - Les modèles stochastiques pour la mortalité ou d'autres hypothèses de non-marché.
 - Techniques de calcul de prix des options avec des formules fermées : par exemple, **Black and Scholes**.
 - Techniques qui utilisent une hypothèse sur la distribution mathématique qui suit la charge sinistres future (par exemple une distribution bayésienne). Par exemple : **Modèle de Mack** (distribution free chain ladder).

3. “Meilleure estimation” des engagements

c) Techniques déterministes :

- Dans ces techniques la projection des flux de trésorerie est basée sur un ensemble fixe d’hypothèses. L’incertitude est capturée par d’autres moyens, par exemple, par la détermination des hypothèses.
- Les *stochastic reserving techniques*, spécialement dans non-vie, ne sont pas nécessaires pour calculer le BE.
- Techniques déterministes sont jugées appropriées lorsque, par exemple :
 - Une autre technique alternative aurait besoin de calibrer/estimer des paramètres et les données que nous avons sont inadéquates.
 - La nature de l’engagement est complexe, mais cette complexité n’affecte pas le résultat, ou cette complexité ne peut pas mieux être modélisée par d’autres techniques.
 - La nature de l’engagement est assez simple (ou d’autres raisons), de sorte que les projections de flux de trésorerie sur la base de *best estimate* hypothèses conduit à une it meilleure estimation de l’engagement.
 - Exemples :
 - Dans les assurances non-vie, des méthodes actuarielles tels que *Chain ladder, Bornuette Fergusson,...*
 - Stress et scénario testing
 - ...

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Projections de flux de trésorerie

- Le BE doit être calculée brute, sans déduction des créances découlant des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation, qui doivent être calculés séparément.
- Les projections de flux de trésorerie doivent être représentatives des évolutions démographiques, juridiques, médicales, technologiques, sociales ou économiques réalistes attendues.
- Doivent intégrer des hypothèses d’inflation future appropriées. Il faut veiller en particulier à déterminer le type d’inflation auquel un flux de trésorerie donné est exposé (indice des prix à la consommation, inflation des salaires par exemple).

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Encaissements bruts :

- Primes futures.
- Montants recouvrables au titre des sauvetages et des subrogations.

Décaissements bruts :

- Prestations versées aux souscripteurs ou bénéficiaires.
- Frais que seront exposés pour la gestion des engagements d’A/R (les frais administratifs, les frais de gestion des investissements, les frais de gestion des sinistres, les frais d’acquisition comprenant les commissions à payer anticipées).
- Paiements d’impôts facturés aux souscripteurs.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Engagements d'assurance vie :

- Les projections de flux de trésorerie doivent être effectuées POLICE par POLICE, mais des méthodes actuarielles et des approximations raisonnables peuvent être utilisées.
- Dans certaines circonstances particulières, **le BE peut être négative. On le laisse négative.**
- La somme du BE+MR peut être inférieure à la valeur de rachat du contrat.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Engagements d’assurance non-vie :

- Doivent être calculées séparément :
 - BE des provisions pour primes.
 - BE des provisions pour sinistres à payer.
- BE des **provisions pour primes** :
 - Les projections de flux de trésorerie concernent les sinistres survenant après la date d’évaluation et au cours de la période restant à courir (période de couverture) des polices détenues par l’entreprise (polices existantes).
 - Les encaissements peuvent être supérieurs aux décaissements, ce qui produit une meilleure estimation négative. Cette situation est acceptable et les entreprises ne sont pas tenues de fixer à zéro la valeur de la meilleure estimation.
 - Doit tenir compte du comportement futur des souscripteurs tels que la probabilité de résiliation des polices au cours de la période restant à courir.
- BE des **provisions pour sinistres à payer** :
 - Ces provisions concernent les sinistres survenus à la date d’évaluation ou antérieurement - que les sinistres aient été ou non déclarés (c’est-à-dire les sinistres survenus mais non réglés)
- Il y a des indications complémentaires pour le traitement des rentes d’assurance non-vie. Conformément au principe de la prééminence du fond sur la forme.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Hypothèses sous-jacentes au calcul de la meilleure estimation

- H. conformes aux **informations relatives aux marchés financiers** : structure par terme des taux d'intérêt sans risque pertinente, taux de change, taux d'inflation du marché (indice des prix à la consommation ou inflation sectorielle), fichiers des données sur le scénario économique.
- H. conformes aux **données généralement disponibles** sur les risques techniques d'A/R :
 - Les données généralement disponibles sont de données internes et de données externes telles que les données sectorielles ou de marché.
 - On doit tenir compte de toutes les données disponibles, internes ou externes, pour obtenir l'hypothèse que reflète mieux les caractéristiques du portfolio.
- Comportement des souscripteurs (la probabilité d'exercice des options contractuelles par les souscripteurs, y compris les rachats et résiliations)
- Décisions de gestion.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation - QIS5

Pour les passifs exprimés dans une monnaie de l'EEE (et d'autres monnaies) les spécifications donnent quatre structures par terme des taux sans risque complètes :

- QIS5 fourni 4 courbes :
 - con 100% de prime d'illiquidité
 - con 75% de prime d'illiquidité
 - con 50% de prime d'illiquidité
 - con 0% de prime d'illiquidité
- Chacune de ces courbes est fournie sur une base annuelle. Toutes les courbes s'étendent sur 135 ans. (CEIOPS, 2010b)
- Pour les durations < 1 an = taux à 1 an.
- La courbe 0% Marge de Risque.
- La courbe 100% est d'application si :
 - Le risque de longévité et le risque de dépenses sont les seuls risques de souscription afférents aux contrats.
 - Aucun risque en cas de rachat.
 - Les primes ont déjà été payées et aucune entrée de flux de trésorerie n'est prise en compte dans les provisions techniques des contrats.
- La courbe 75% - contrats d'assurance vie avec participation aux bénéfices non visés au 100%.
- La courbe 50% - tous les autres passifs.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation QIS5 - OMNIBUS II

Après QIS5, AEAPP fait le dernier étude d'impact quantitative sur les garanties à long terme (Long-Term Guarantees). Parmi ses conclusions on a :

- Remplacer la prime d'illiquidité pour un mécanisme de correction pour volatilité.
- Extrapolation : choisir comme “Last liquidity point”(LLP), 20 ans, comme la période de convergence jusqu'au “ultimate forward rate” (UFR), 40 ans et comme UFR, 4,2%. L'extrapolation doit être telle que, 40 après le LLP, le taux forward ne doit pas différer de plus de 3 points de base du UFR.
- Faire un ajustement égalisateur pour certes engagements vie avec des critères très strictes.

Les conclusions de cet étude ont été incorporées dans la Directive Omnibus II, de façon que les taux d'actualisation à utiliser pour le calcul du “Best estimate” sont différents de ces inclus dans QIS5.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation - OMNIBUS II

Ajustement égalisateur de la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents

- Peut s'appliquer pour calculer la meilleure estimation d'un portefeuille d'engagements d'A/R vie, y compris les rentes découlant de contrats d'assurance ou de réassurance non-vie, sous réserve de l'accord des autorités de contrôle, lorsque quelques **conditions** sont remplies.
- Si l'entreprise applique l'ajustement égalisateur ne peut revenir à une méthode qui ignore l'ajustement égalisateur.
- L'ajustement égalisateur n'est pas appliqué lorsque la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents fait intervenir une correction pour volatilité.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation - OMNIBUS II

Ajustement égalisateur - conditions

- Les entreprises d'A/R ont assigné un portefeuille d'actifs, fait d'obligations ou d'autres titres ayant des caractéristiques similaires en flux de trésorerie, en couverture de la ME du portefeuille d'engagements d'A/R et conservent cet assignation jusqu'à l'échéance des dites obligations, sauf à vouloir maintenir l'équivalence des flux de trésorerie escomptés entre actifs et passifs si ces flux ont sensiblement changé..
- Le portefeuille d'engagements d'A/R auquel l'ajustement égalisateur est appliqué et le portefeuille assigné d'actifs sont identifiés, gérés et organisés séparément des autres activités des entreprises, et le portefeuille assigné d'actifs ne peut être utilisé pour couvrir les pertes résultant d'autres activités.
- Les flux de trésorerie escomptés du portefeuille assigné d'actifs répondent dans la même monnaie, point par point, aux flux de trésorerie escomptés du portefeuille d'engagements d'A/R et aucune rupture d'équivalence ne donne lieu à des risques qui sont réels.
- Les contrats sous-jacents du portefeuille d'engagements d'assurance ou de réassurance ne donnent pas lieu **au versement de primes futures**.
- Les risques de souscription liés au portefeuille d'engagements d'A/R sont uniquement le risque de longévité, le risque de dépenses, le risque de révision et le risque de mortalité.
- Lorsque le risque de souscription lié au portefeuille d'engagements d'A/R inclut le risque de mortalité, la meilleure estimation du portefeuille des engagements ne doit pas augmenter de plus de 5%.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation - OMNIBUS II Ajustement égalisateur - conditions

- Les contrats sous-jacents ne comprennent pas d'options pour les preneurs, hormis une option de rachat si la valeur de rachat n'excède pas la valeur des actifs.
- Les flux de trésorerie des actifs constituant le portefeuille assigné d'actifs sont fixes et ne peuvent être modifiés par les émetteurs des titres ni par des tiers.
- Les engagements d'A/R d'un contrat ne sont pas divisés en différentes parties lors de la composition du portefeuille des engagements d'assurance.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation - OMNIBUS II

Ajustement égalisateur - calcul

Dans chaque monnaie, est calculé conformément aux principes suivants :

- Doit être égal à la différence entre les montants suivants :
 - Le taux annuel effectif, calculé comme le taux unique d'actualisation que, s'il était appliqué aux flux de trésorerie du portefeuille d'engagements d'A/R, donnerait une valeur égale à la valeur (VALEUR D'ÉCHANGEMENT) du portefeuille assigné d'actifs.
 - Le taux annuel effectif, calculé comme le taux unique d'actualisation que, s'il était appliqué aux flux de trésorerie du portefeuille d'engagements d'A/R, donnerait une valeur égale à la valeur de la ME du portefeuille d'engagements d'A/R pour laquelle la valeur temporelle de l'argent est prise en compte en suivant la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents.
- Ne peut pas inclure la marge fondamentale reflétant les risques assumés par l'entreprise d'A/R ;

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d’actualisation - OMNIBUS II Correction pour volatilité

- Les États membres peuvent soumettre l’utilisation à l’autorisation préalable des autorités de contrôle.
- Pour chaque monnaie concernée, la correction est fonction de l’écart entre le taux d’intérêt qu’il serait possible de tirer des actifs inclus dans un portefeuille de référence dans cette monnaie et les taux de la courbe des taux d’intérêt sans risque pertinents correspondante dans cette monnaie.
- Le montant de la correction pour volatilité correspond à 65% de l’écart “monnaies” moyennant correction du risque. L’écart “monnaies” moyennant correction du risque est calculé sur la base de la différence entre :
 - l’écart visé au paragraphe antérieur
 - la partie de cet écart imputable à une évaluation réaliste des pertes escomptées, du risque non escompté de crédit ou de tout autre risque, des actifs ;
 - augmentée de la différence entre l’écart “pays” moyennant correction du risque et le double dudit écart, lorsque cette différence est positive et que l’écart “monnaies” moyennant correction du risque est supérieur à 100 points de base.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Taux d'actualisation - OMNIBUS II Correction pour volatilité

- La correction pour volatilité n'est applicable qu'aux taux d'intérêt sans risque pertinents de la courbe **qui ne sont pas** calculés au moyen d'une extrapolation. L'extrapolation de la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents est fonction des taux d'intérêt sans risque
- Ne s'applique pas si la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents fait intervenir l'ajustement égalisateur.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d’actualisation - OMNIBUS II

Omnibus II : “Compte tenu de l’importance de l’actualisation pour le calcul des provisions techniques, la directive 2009/138/CE devrait garantir des **conditions uniformes pour le choix des taux d’actualisation** opéré par les entreprises d’A/R. Afin d’assurer des conditions uniformes d’exécution, il convient de conférer des compétence d’exécution à la Commission en ce qui concerne la fixation des courbes des taux d’intérêt sans risque pertinents pour calculer la meilleure estimation, des marges de base pour le calcul de l’ajustement égalisateur et des corrections pour volatilité dans des actes d’exécution. Ces compétences devraient être exercées en conformité avec le règlement (UE) no 182/2011 du Parlement européen et du Conseil (1). Ces actes d’exécution (“Implementing Acts”) devraient utiliser les informations techniques élaborées et publiées par l’AEAPP. Il convient d’avoir recours à la procédure consultative pour l’adoption desdits actes d’exécution.”

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Taux d'actualisation - OMNIBUS II

L'AEAPP arrête et publie pour chaque monnaie concernée les informations techniques suivantes au moins une fois par trimestre :

- Une courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents à utiliser pour calculer la meilleure estimation, sans aucun ajustement égalisateur ni correction pour volatilité.
- Pour chaque durée, qualité de crédit et catégorie d'actifs pertinente, une marge fondamentale pour le calcul de la correction de l'ajustement égalisateur .
- Pour chaque marché d'assurance national pertinent, une correction pour volatilité de la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Taux d'actualisation - OMNIBUS II

Jusqu'au moment l'AEAPP n'a pas publié les informations techniques mentionnées.

Alors pour les exemples on va utiliser les taux d'intérêt de QIS5.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

| End Dec 2009 - Extrapolated Yield Curves | | | | |
|--|---------------|--------|--------|--------|
| EUR | | | | |
| Liquidity premium T2 (years) | 0% | 50% | 75% | 100% |
| α | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Maturity (years) | Spot rate S-W | | | |
| 1 | 1.210% | 1.476% | 1.608% | 1.740% |
| 2 | 1.786% | 2.061% | 2.184% | 2.316% |
| 3 | 2.193% | 2.458% | 2.581% | 2.723% |
| 4 | 2.456% | 2.771% | 2.903% | 3.036% |
| 5 | 2.757% | 3.022% | 3.154% | 3.287% |
| 6 | 2.970% | 3.235% | 3.368% | 3.500% |
| 7 | 3.158% | 3.423% | 3.556% | 3.688% |
| 8 | 3.325% | 3.590% | 3.722% | 3.855% |
| 9 | 3.473% | 3.738% | 3.871% | 4.003% |
| 10 | 3.605% | 3.870% | 4.003% | 4.135% |
| 11 | 3.721% | 3.986% | 4.118% | 4.251% |
| 12 | 3.821% | 4.086% | 4.218% | 4.351% |
| 13 | 3.904% | 4.169% | 4.302% | 4.434% |
| 14 | 3.973% | 4.238% | 4.371% | 4.503% |
| 15 | 4.028% | 4.293% | 4.426% | 4.558% |
| 16 | 4.069% | 4.321% | 4.457% | 4.585% |
| 17 | 4.098% | 4.357% | 4.536% | 4.616% |
| 18 | 4.115% | 4.321% | 4.274% | 4.327% |
| 19 | 4.123% | 4.176% | 4.202% | 4.229% |
| 20 | 4.121% | 4.121% | 4.121% | 4.121% |
| 21 | 4.112% | 4.112% | 4.112% | 4.112% |
| 22 | 4.097% | 4.097% | 4.097% | 4.097% |
| 23 | 4.077% | 4.077% | 4.077% | 4.077% |
| 24 | 4.053% | 4.053% | 4.053% | 4.053% |
| 25 | 4.026% | 4.026% | 4.026% | 4.026% |
| 26 | 3.997% | 3.997% | 3.997% | 3.997% |
| 27 | 3.967% | 3.967% | 3.967% | 3.967% |
| 28 | 3.936% | 3.936% | 3.936% | 3.936% |
| 29 | 3.905% | 3.905% | 3.905% | 3.905% |
| 30 | 3.875% | 3.875% | 3.875% | 3.875% |
| 31 | 3.849% | 3.849% | 3.849% | 3.849% |
| 32 | 3.828% | 3.828% | 3.828% | 3.828% |
| 33 | 3.812% | 3.812% | 3.812% | 3.812% |
| 34 | 3.800% | 3.800% | 3.800% | 3.800% |
| 35 | 3.790% | 3.790% | 3.790% | 3.790% |
| 36 | 3.783% | 3.783% | 3.783% | 3.783% |
| 37 | 3.779% | 3.779% | 3.779% | 3.779% |
| 38 | 3.776% | 3.776% | 3.776% | 3.776% |
| 39 | 3.774% | 3.774% | 3.774% | 3.774% |
| 40 | 3.774% | 3.774% | 3.774% | 3.774% |
| 41 | 3.775% | 3.775% | 3.775% | 3.775% |
| 42 | 3.777% | 3.777% | 3.777% | 3.777% |
| 43 | 3.779% | 3.779% | 3.779% | 3.779% |
| 44 | 3.783% | 3.783% | 3.783% | 3.783% |
| 45 | 3.788% | 3.788% | 3.788% | 3.788% |
| 46 | 3.790% | 3.790% | 3.790% | 3.790% |
| 47 | 3.794% | 3.794% | 3.794% | 3.794% |
| 48 | 3.799% | 3.799% | 3.799% | 3.799% |
| 49 | 3.803% | 3.803% | 3.803% | 3.803% |
| 50 | 3.808% | 3.808% | 3.808% | 3.808% |
| 51 | 3.813% | 3.813% | 3.813% | 3.813% |
| 52 | 3.818% | 3.818% | 3.818% | 3.818% |
| 53 | 3.823% | 3.823% | 3.823% | 3.823% |
| 54 | 3.829% | 3.829% | 3.829% | 3.829% |
| 55 | 3.833% | 3.833% | 3.833% | 3.833% |
| 56 | 3.838% | 3.838% | 3.838% | 3.838% |
| 57 | 3.843% | 3.843% | 3.843% | 3.843% |
| 58 | 3.848% | 3.848% | 3.848% | 3.848% |
| 59 | 3.853% | 3.853% | 3.853% | 3.853% |
| 60 | 3.858% | 3.858% | 3.858% | 3.858% |
| 61 | 3.863% | 3.863% | 3.863% | 3.863% |
| 62 | 3.868% | 3.868% | 3.868% | 3.868% |
| 63 | 3.872% | 3.872% | 3.872% | 3.872% |
| 64 | 3.877% | 3.877% | 3.877% | 3.877% |
| 65 | 3.881% | 3.881% | 3.881% | 3.881% |
| 66 | 3.886% | 3.886% | 3.886% | 3.886% |
| 67 | 3.890% | 3.890% | 3.890% | 3.890% |
| 68 | 3.894% | 3.894% | 3.894% | 3.894% |
| 69 | 3.898% | 3.898% | 3.898% | 3.898% |
| 70 | 3.902% | 3.902% | 3.902% | 3.902% |
| 71 | 3.906% | 3.906% | 3.906% | 3.906% |
| 72 | 3.910% | 3.910% | 3.910% | 3.910% |
| 73 | 3.914% | 3.914% | 3.914% | 3.914% |
| 74 | 3.917% | 3.917% | 3.917% | 3.917% |
| 75 | 3.921% | 3.921% | 3.921% | 3.921% |
| 76 | 3.924% | 3.924% | 3.924% | 3.924% |
| 77 | 3.928% | 3.928% | 3.928% | 3.928% |
| 78 | 3.931% | 3.931% | 3.931% | 3.931% |
| 79 | 3.935% | 3.935% | 3.935% | 3.935% |
| 80 | 3.938% | 3.938% | 3.938% | 3.938% |
| 81 | 3.941% | 3.941% | 3.941% | 3.941% |
| 82 | 3.944% | 3.944% | 3.944% | 3.944% |
| 83 | 3.947% | 3.947% | 3.947% | 3.947% |
| 84 | 3.950% | 3.950% | 3.950% | 3.950% |
| 85 | 3.953% | 3.953% | 3.953% | 3.953% |

FIGURE 18 : Source QIS5 Relevant risk free interest rate term structures

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

| | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 86 | 3,956% | 3,956% | 3,956% | 3,956% | 106 | 4,001% | 4,001% | 4,001% | 4,001% |
| 87 | 3,958% | 3,958% | 3,958% | 3,958% | 107 | 4,003% | 4,003% | 4,003% | 4,003% |
| 88 | 3,961% | 3,961% | 3,961% | 3,961% | 108 | 4,005% | 4,005% | 4,005% | 4,005% |
| 89 | 3,964% | 3,964% | 3,964% | 3,964% | 109 | 4,007% | 4,007% | 4,007% | 4,007% |
| 90 | 3,966% | 3,966% | 3,966% | 3,966% | 110 | 4,009% | 4,009% | 4,009% | 4,009% |
| 91 | 3,969% | 3,969% | 3,969% | 3,969% | 111 | 4,010% | 4,010% | 4,010% | 4,010% |
| 92 | 3,971% | 3,971% | 3,971% | 3,971% | 112 | 4,012% | 4,012% | 4,012% | 4,012% |
| 93 | 3,974% | 3,974% | 3,974% | 3,974% | 113 | 4,014% | 4,014% | 4,014% | 4,014% |
| 94 | 3,976% | 3,976% | 3,976% | 3,976% | 114 | 4,015% | 4,015% | 4,015% | 4,015% |
| 95 | 3,979% | 3,979% | 3,979% | 3,979% | 115 | 4,017% | 4,017% | 4,017% | 4,017% |
| 96 | 3,981% | 3,981% | 3,981% | 3,981% | 116 | 4,018% | 4,018% | 4,018% | 4,018% |
| 97 | 3,983% | 3,983% | 3,983% | 3,983% | 117 | 4,020% | 4,020% | 4,020% | 4,020% |
| 98 | 3,985% | 3,985% | 3,985% | 3,985% | 118 | 4,022% | 4,022% | 4,022% | 4,022% |
| 99 | 3,987% | 3,987% | 3,987% | 3,987% | 119 | 4,023% | 4,023% | 4,023% | 4,023% |
| 100 | 3,990% | 3,990% | 3,990% | 3,990% | 120 | 4,024% | 4,024% | 4,024% | 4,024% |
| 101 | 3,992% | 3,992% | 3,992% | 3,992% | 121 | 4,026% | 4,026% | 4,026% | 4,026% |
| 102 | 3,994% | 3,994% | 3,994% | 3,994% | 122 | 4,027% | 4,027% | 4,027% | 4,027% |
| 103 | 3,996% | 3,996% | 3,996% | 3,996% | 123 | 4,029% | 4,029% | 4,029% | 4,029% |
| 104 | 3,998% | 3,998% | 3,998% | 3,998% | 124 | 4,030% | 4,030% | 4,030% | 4,030% |
| 105 | 3,999% | 3,999% | 3,999% | 3,999% | 125 | 4,032% | 4,032% | 4,032% | 4,032% |
| | | | | | 126 | 4,033% | 4,033% | 4,033% | 4,033% |
| | | | | | 127 | 4,034% | 4,034% | 4,034% | 4,034% |
| | | | | | 128 | 4,035% | 4,035% | 4,035% | 4,035% |
| | | | | | 129 | 4,037% | 4,037% | 4,037% | 4,037% |
| | | | | | 130 | 4,038% | 4,038% | 4,038% | 4,038% |
| | | | | | 131 | 4,039% | 4,039% | 4,039% | 4,039% |
| | | | | | 132 | 4,040% | 4,040% | 4,040% | 4,040% |
| | | | | | 133 | 4,042% | 4,042% | 4,042% | 4,042% |
| | | | | | 134 | 4,043% | 4,043% | 4,043% | 4,043% |
| | | | | | 135 | 4,044% | 4,044% | 4,044% | 4,044% |

FIGURE 19 : Source QIS5 Relevant risk free interest rate term structures (Cont.)

3. “Meilleure estimation” des engagements

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

Exemple (2)

Calcul de la ME des provisions techniques. L’année dernière des contrats d’assurance de mort (à payer à fin d’année) à terme 10 ans sont issus. Au début du contrat on a :

| Collective | nombre de po. | Age |
|------------|---------------|-----|
| 30 | 50 | 30 |
| 40 | 1001 | 40 |
| 50 | 2010 | 50 |

- Tables de mortalité : PASEM2010
- Taux d’intérêt technique : 0.025
- Capital assuré à la mort : 100000€

Après une année (aujourd’hui 31/12/2012) 50 polices de 30, 1000 de 40 et 2000 de 50 restent en vigueur ; correspondant à des assurés qu’aujourd’hui ont 31, 41 et 51 ans, respectivement. Calculer le BE des PT aujourd’hui, considérant que les frais et les suppléments sont à zéro. Pour calculer la valeur actuelle des flux on doit utiliser les taux d’intérêt sans risque pertinents de QIS5.

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution)

| Moment | | 0 | Cal. prime ind. Age initiale | 30 | Prime | | 30 | 88,9985 | |
|--------|----------|----|------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------------|-----------|------------|---------------|
| | | | | VAA Rente= | 8,9395523 | VAA Assurance= 0,007956070 | | | |
| x | qx | t | tp_{30} | facteur actualisation | Rente act | $(t-1)p_{30}$ | $*q_{30}$ | $+[t-1]$ | Assurance act |
| 30 | 0,000767 | 0 | 1 | 1,0000000 | 1,0000000 | | | | 0 |
| 31 | 0,000755 | 1 | 0,999233 | 0,9756098 | 0,9748615 | | | 0,00076700 | 0,00074829 |
| 32 | 0,000755 | 2 | 0,998479 | 0,9518144 | 0,9503663 | | | 0,00075442 | 0,00071807 |
| 33 | 0,000774 | 3 | 0,997725 | 0,9285994 | 0,9264866 | | | 0,00075385 | 0,00070003 |
| 34 | 0,000818 | 4 | 0,996952 | 0,9059506 | 0,9031898 | | | 0,00077224 | 0,00069961 |
| 35 | 0,000888 | 5 | 0,996137 | 0,8838543 | 0,8804399 | | | 0,00081551 | 0,00072079 |
| 36 | 0,000974 | 6 | 0,995252 | 0,8622969 | 0,8582030 | | | 0,00088457 | 0,00076276 |
| 37 | 0,001070 | 7 | 0,994283 | 0,8412652 | 0,8364558 | | | 0,00096938 | 0,00081550 |
| 38 | 0,001170 | 8 | 0,993219 | 0,8207466 | 0,8151812 | | | 0,00106388 | 0,00087318 |
| 39 | 0,001274 | 9 | 0,992057 | 0,8007284 | 0,7943682 | | | 0,00116207 | 0,00093050 |
| 40 | | 10 | 0,990793 | 0,7811984 | | | | 0,00126388 | 0,00098734 |

FIGURE 20 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution Cont.)

| | | | | | Polices au moment | | | | | |
|--------|----------|---------|------------------|------------------------|--------------------------|--------------|----------------|----------------------------------|-----|------------|
| | | | | | | | 1 | 50 | | |
| | | | | | Moment | | 1 | Collectif | BE= | 44,3003642 |
| | | | | | | | | Individuel | BE= | 0,88600728 |
| Moment | 1 | BE. Age | 31 | | | | | | | |
| x | qx | t | tp ₃₁ | Revenus Futurs Espérés | Payements Futurs Espérés | Flux espéré | Taux d'intérêt | Valeur actuelle des flux espérés | | |
| 31 | 0,000755 | 0 | 1 | 88,998532 | 0 | -88,99853177 | 0 | -88,998532 | | |
| 32 | 0,000755 | 1 | 0,999245 | 88,931338 | 75,5000000 | -13,43133788 | 0,01475 | -13,236105 | | |
| 33 | 0,000774 | 2 | 0,998491 | 88,864195 | 75,4429975 | -13,42119722 | 0,02051 | -12,887145 | | |
| 34 | 0,000818 | 3 | 0,997718 | 88,795414 | 77,2831701 | -11,51224371 | 0,02458 | -10,703415 | | |
| 35 | 0,000888 | 4 | 0,996902 | 88,722779 | 81,6133110 | -7,10946819 | 0,02771 | -6,3731595 | | |
| 36 | 0,000974 | 5 | 0,996016 | 88,643993 | 88,5248625 | -0,11913081 | 0,03022 | -0,1026536 | | |
| 37 | 0,00107 | 6 | 0,995046 | 88,557654 | 97,0119931 | 8,45433903 | 0,03235 | 6,98421961 | | |
| 38 | 0,00117 | 7 | 0,993982 | 88,462897 | 106,4699473 | 18,00704991 | 0,03423 | 14,2273053 | | |
| 39 | 0,001274 | 8 | 0,992819 | 88,359396 | 116,2958399 | 27,93644402 | 0,0359 | 21,0682499 | | |
| 40 | | 9 | 0,991554 | 0 | 126,4850869 | 126,48508694 | 0,03738 | 90,9072429 | | |

FIGURE 21 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution Cont.)

| Moment | | 0 | Cal. Prime Individuelle. Age Initiale. | 40 | Prime | | | | |
|--------|----------|----|--|-----------------------|-----------|----------------|----------|------------|---------------|
| | | | | | | 40 | 229,4863 | | |
| | | | | VAA Rente= | 8,8976795 | VAA Assurance= | | | 0,020418953 |
| x | qx | t | tp ₄₀ | facteur actualisation | Rente act | (t-1)p | 40 * q | 40 + (t-1) | Assurance act |
| 40 | 0,001389 | 0 | 1 | 1,0000000 | 1,0000000 | | | 0,00000000 | 0 |
| 41 | 0,001530 | 1 | 0,998611 | 0,9756098 | 0,9742546 | | | 0,00138900 | 0,00135512 |
| 42 | 0,001710 | 2 | 0,997083 | 0,9518144 | 0,9490381 | | | 0,00152787 | 0,00145425 |
| 43 | 0,001927 | 3 | 0,995378 | 0,9285994 | 0,9243075 | | | 0,00170501 | 0,00158327 |
| 44 | 0,002173 | 4 | 0,993460 | 0,9059506 | 0,9000257 | | | 0,00191809 | 0,00173770 |
| 45 | 0,002439 | 5 | 0,991301 | 0,8838543 | 0,8761658 | | | 0,00215879 | 0,00190805 |
| 46 | 0,002727 | 6 | 0,988883 | 0,8622969 | 0,8527111 | | | 0,00241778 | 0,00208485 |
| 47 | 0,003048 | 7 | 0,986187 | 0,8412652 | 0,8296446 | | | 0,00269669 | 0,00226863 |
| 48 | 0,003393 | 8 | 0,983181 | 0,8207466 | 0,8069423 | | | 0,00300590 | 0,00246708 |
| 49 | 0,003774 | 9 | 0,979845 | 0,8007284 | 0,7845896 | | | 0,00333593 | 0,00267118 |
| 50 | | 10 | 0,976147 | 0,7811984 | | | | 0,00369793 | 0,00288882 |

FIGURE 22 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution Cont.)

| | | | | | Polices au moment | | 1 | | 1000 | |
|--------|----------|---------|----------|------------------------|--------------------------|---------------|----------------|----------------------------------|----------------|--|
| | | | | | Moment | | Collectif | | BE= 51927,9525 | |
| | | | | | | | Individuel | | BE= 51,9279525 | |
| Moment | 1 | BE. Age | 41 | | | | | | | |
| x | qx | t | tp41 | Revenus Futurs Espérés | Payements Futurs Espérés | Flux espéré | Taux d'intérêt | Valeur actuelle des flux espérés | | |
| 41 | 0,00153 | 0 | 1 | 229,48627 | 0 | -229,48626637 | 0 | -229,48627 | | |
| 42 | 0,00171 | 1 | 0,998470 | 229,13515 | 153,0000000 | -76,13515238 | 0,01475 | -75,028482 | | |
| 43 | 0,001927 | 2 | 0,996763 | 228,74333 | 170,7383700 | -58,00496127 | 0,02051 | -55,696847 | | |
| 44 | 0,002173 | 3 | 0,994842 | 228,30254 | 192,0761562 | -36,22638671 | 0,02458 | -33,681188 | | |
| 45 | 0,002439 | 4 | 0,992680 | 227,80644 | 216,1791350 | -11,62730641 | 0,02771 | -10,423097 | | |
| 46 | 0,002727 | 5 | 0,990259 | 227,25082 | 242,1146675 | 14,86384593 | 0,03022 | 12,807998 | | |
| 47 | 0,003048 | 6 | 0,987558 | 226,63111 | 270,0436066 | 43,41249804 | 0,03235 | 35,8635275 | | |
| 48 | 0,003393 | 7 | 0,984548 | 225,94034 | 301,0078249 | 75,06748798 | 0,03423 | 59,3105518 | | |
| 49 | 0,003774 | 8 | 0,981208 | 225,17372 | 334,0572729 | 108,88355157 | 0,0359 | 82,1144548 | | |
| 50 | | 9 | 0,977505 | 0 | 370,3078349 | 370,30783492 | 0,03738 | 266,147299 | | |

FIGURE 23 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution Cont.)

| Moment | | 0 | Cal. Prime individuelle, Age initiale | 50 | Prime | | |
|--------|----------|----|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| | | | | | 50 | 623,3787 | |
| | | | | VAARente=8,7634384 | VAAAssurance=0,054629411 | | |
| x | qx | t | tp 50 | facteur actualisation | Rente act | (t-1)p 50 * q 50 + (t-1) | Assurance act |
| 50 | 0,004187 | 0 | 1 | 1,0000000 | 1,0000000 | 0,0000000 | 0 |
| 51 | 0,004634 | 1 | 0,995813 | 0,9756098 | 0,9715249 | 0,00418700 | 0,00408488 |
| 52 | 0,005092 | 2 | 0,991198 | 0,9518144 | 0,9434369 | 0,00461460 | 0,00439224 |
| 53 | 0,005572 | 3 | 0,986151 | 0,9285994 | 0,9157394 | 0,00504718 | 0,00486681 |
| 54 | 0,006094 | 4 | 0,980656 | 0,9059506 | 0,8884263 | 0,00549483 | 0,00497805 |
| 55 | 0,006676 | 5 | 0,974680 | 0,8838543 | 0,8614753 | 0,00597612 | 0,00528202 |
| 56 | 0,007300 | 6 | 0,968173 | 0,8622969 | 0,8348528 | 0,00650697 | 0,00561094 |
| 57 | 0,007959 | 7 | 0,961106 | 0,8412652 | 0,8085448 | 0,00706767 | 0,00594578 |
| 58 | 0,008602 | 8 | 0,953456 | 0,8207466 | 0,7825459 | 0,00764944 | 0,00627825 |
| 59 | 0,009213 | 9 | 0,945255 | 0,8007284 | 0,7568921 | 0,00820163 | 0,00656728 |
| 60 | | 10 | 0,936546 | 0,7811984 | | 0,00870863 | 0,00680317 |

FIGURE 24 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution Cont.)

| | | | | | Polices au moment | | 1 | 2000 | | | |
|--------|----------|---------|------------------|------------------------|--------------------------|---------------|----------------|----------------------------------|-----|------------|--|
| | | | | | Moment | | 1 | Collectif | BE= | 235700,796 | |
| | | | | | | | | Individuel | BE= | 117,850398 | |
| Moment | 1 | BE. Age | 51 | | | | | | | | |
| x | qx | t | tp ₅₁ | Revenus Futurs Espérés | Payements Futurs Espérés | Flux espéré | Taux d'intérêt | Valeur actuelle des flux espérés | | | |
| 51 | 0,004634 | 0 | 1 | 623,37873 | 0 | -623,37873031 | 0 | -623,37873 | | | |
| 52 | 0,005092 | 1 | 0,995366 | 620,48999 | 463,4000000 | -157,08999328 | 0,01475 | -154,8066 | | | |
| 53 | 0,005572 | 2 | 0,990298 | 617,33046 | 506,8403672 | -110,49009103 | 0,02051 | -106,09351 | | | |
| 54 | 0,006094 | 3 | 0,984780 | 613,89069 | 551,7938207 | -62,09687224 | 0,02458 | -57,734061 | | | |
| 55 | 0,006676 | 4 | 0,978778 | 610,14964 | 600,1247237 | -10,02491937 | 0,02771 | -8,9866651 | | | |
| 56 | 0,0073 | 5 | 0,972244 | 606,07628 | 653,4324671 | 47,35618309 | 0,03022 | 40,8062614 | | | |
| 57 | 0,007959 | 6 | 0,965147 | 601,65193 | 709,7381829 | 108,08625579 | 0,03235 | 89,2912083 | | | |
| 58 | 0,008602 | 7 | 0,957465 | 596,86338 | 768,1602620 | 171,29688256 | 0,03423 | 135,34105 | | | |
| 59 | 0,009213 | 8 | 0,949229 | 591,72916 | 823,6114805 | 231,88231987 | 0,0359 | 174,87389 | | | |
| 60 | | 9 | 0,940484 | 0 | 874,5246657 | 874,52466569 | 0,03738 | 628,537546 | | | |

FIGURE 25 : Source Élaboration propre

3. “Meilleure estimation” des engagements

Exemple (2 Solution Cont.)

| | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|
| Collectif 31 ans | Nombre 50 | |
| | Individuel | Collectif |
| | 0,89 | 44,30 |
| Collectif 41 ans | Nombre 1000 | |
| | Individuel | Collectif |
| | 51,93 | 51927,95 |
| Collectif 51 ans | Nombre 2000 | |
| | Individuel | Collectif |
| | 117,85 | 235700,80 |
| TOTAL | | |
| 287673,05 | | |

FIGURE 26 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4. Marge de Risque

Pour élaborer cette section on a utilisé la Directive 2009/138/CE, le QIS5, la OMNIBUS II et les TSLTGA.

Marge de Risque

La marge de risque est une composante des provisions techniques destinée à garantir que leur valeur est équivalente au montant dont des entreprises d'A/R auraient besoin pour reprendre et honorer les engagements d'A/R.

La marge de risque doit être calculée en déterminant le coût que représente la mobilisation d'un montant de fonds propres éligibles égal au SCR nécessaire pour honorer les engagements d'A/R sur leur durée de vie. Le taux appliqué dans la détermination du coût de mobilisation de ce montant de fonds propres éligibles est appelé **taux de coût du capital**.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

4. Marge de Risque

La MR au moment 0 est calculée

$$MR_0 := \sum_{t \geq 0} \frac{CoC \cdot SCR_t}{(1 + i_{t+1})^{t+1}}$$

étant,

- SCR_t : le SCR pour l'année t .
- i_t : le taux sans risque pour l'échéance t .
- CoC : Le taux de coût du capital (le taux annuel à appliquer à l'exigence de capital à chaque période) à utiliser dans QIS5 est de 6%. Ce taux ne tient pas compte du rendement total mais seulement du spread par rapport au taux sans risque.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Cette sous-section a été écrite à partir de Börger (2010) et Christiansen and Niemeyer (2014).

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Modèle Standard

Dans le modèle standard, le SCR est calculé d'une façon différente pour chaque sous-module. On utilise deux méthodes :

- Shock/Stress (risque de taux d'intérêt, risque sur actions, risque sur actifs immobiliers, risque de mortalité, risque de longévité, risque d'invalidité)
- Facteurs (risque de réserve, risque de primes)

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

DÉFINITIONS :

- a) L'article 101 de la Directive indique que : "Le capital de solvabilité requis correspond à la valeur en risque (Value-at-Risk) des fonds propres de base de l'entreprise d'assurance ou de réassurance, avec un niveau de confiance de 99,5% à l'horizon d'un an."
- b) Au début de la Directive il y a des "remarks". Le Remark 64 de la Directive (European Parliament and the Council, 2009, page 24) indique : "...le capital de solvabilité requis devrait être défini comme le capital économique que doivent détenir les entreprises d'assurance et de réassurance pour limiter la probabilité de ruine à un cas sur deux cent, ou alternativement, pour que lesdites entreprises demeurent en mesure, avec une probabilité d'au moins 99,5%, d'honorer leurs engagements envers les preneurs et les bénéficiaires dans les douze mois qui suivent."

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

¿Quelle est la définition du SCR du point de vue mathématique ?

Cette question n'est pas claire, la normative produit des interprétations différentes. On introduit d'abord, quelque notation :

$$\begin{array}{l} \text{Capital disponible en } t \\ \text{Available Capital at } t \end{array} = \begin{array}{l} \text{Valeur nette des Actifs en } t \\ \text{Net Asset Value (NAV}_t \end{array}$$

$$NAV_t = AC_t = A_t - L_t$$

- A_t : *market value of asset*. Valeur de marché des actifs en t .
- L_t : *market value of liabilities*. Valeur de marché des engagements en t .

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Selon la **définition a)**, une interprétation possible (la plus usuelle) est :

$$SCR_0 := VaR_{0.995}(NAV_0 - v(0,1) \cdot NAV_1) \quad (1)$$

$v(0,1)$ est le facteur d'actualisation de 1 à 0.

Si nous négligeons également le taux d'intérêt, alors

$$\begin{aligned} SCR_0 &:= VaR_{0.995}(NAV_0 - NAV_1) \\ &= VaR_{0.995}(-\Delta NAV_0) \end{aligned} \quad (2)$$

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Selon le Remark 64 de la **définition b)**, le *SCR* est

$$SCR_0 := \inf \{NAV_0 \in \mathfrak{R} : P(NAV_1 \geq 0) \geq 0.995\} \quad (3)$$

Quelques auteurs considèrent que (3) est la définition correcte, et que (1) est une approche valide.

Nous considérons que l'on peut utiliser la définition (1) et quand même la (2).

Il est également nécessaire de noter un problème dans ces définitions et comment il a été résolu.

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Le capital disponible $AC_t = NAV_t$ est calculé avec la différence entre la valeur de marché des actifs A_t et la valeur de marché des passifs L_t . La valeur de marché des passifs est calculée comme suit

$$L_t = BEL_t + MR_t,$$

- BEL_t : “Best estimate”, meilleure estimation.
- MR_t : Marge de Risque en t .

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Alors, avec (1) où (2)

$$SCR_0 := VaR_{0.995} (NAV_0 - v(0,1) \cdot NAV_1)$$

$$SCR_0 := VaR_{0.995} (-\Delta NAV_0)$$

Pour calculer SCR_0 on a besoin de

$$NAV_0 = A_0 - L_0 = A_0 - (BEL_0 + MR_0)$$

et, à son tour, MR_0 dépend de SCR_0 ; alors on a une relation circulaire.

5. Exigences de capital

Concepts et définitions

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Pour simplifier, on ne va pas inclure le MR pour le calcul du SCR . Cela revient à considérer que le MR est stable dans le temps, de sorte que MR_0 et MR_1 sont égaux et disparaissent.

Donc, pour calculer le SCR le NAV est

$$NAV_t = A_t - BEL_t$$

5. Exigences de capital

SCR vie

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

*Pour rédiger cette sous-section on a utilisé Börger (2010).
L'exemple 3 (et sa solution) sont d'élaboration propre.*

SCR vie

- Tous les sous-modules du module vie sont calculés comme un CHOC.
- Nous allons développer un peu le risque de longévité et le risque de mortalité.

5. Exigences de capital

SCR vie

Risque de longévité (*LR*). Modèle standard

- Ce risque sera de plus en plus important.
- Le *LR* est un risque systématique parce qu'il ne peut pas être diversifié dans un grand portefeuille et maintenant ne peut pas être couvert car il n'existe pas un marché liquide et profond pour la titrisation des risque.
- Son *SCR* est calculé comme un choc,

$$SCR := NAV_0 - (NAV_0 | \text{choc de longévité})$$

- Le choc est une réduction permanente du taux de mortalité pour chaque âge 25%.
- Toutefois, la valeur de 25 % et la structure du stress de longévité ont été critiqués (voir par exemple les réponses aux QIS 4 et divers articles théoriques). Même malgré cela, il n'a pas été modifié.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

SCR vie

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Risque de mortalité. Modèle standard

- Ce risque apparaît quand l'assureur garantit un ou une série de paiements en cas de décès de l'assureur pendant toute la durée du contrat.
- Son SCR est calculé comme un choc,

$$SCR := NAV_0 - (NAV_0 | \text{choc de mortalité})$$

- Le choc est une augmentation permanente de 15% des taux de mortalité pour chaque âge et chaque police avec un risque de mortalité.

5. Exigences de capital

SCR vie

Risque de mortalité. Modèle standard

Exemple (3)

Calculer le SCR pour risque de mortalité dans l'exemple 2.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

SCR vie

Risque de mortalité. Modèle standard

Exemple (3 Solution)

| | | Moment 1 | Collectif | | | BEstress= 5371,944166 |
|------------------|----------|------------------------|--------------------------|--------------|------------------------------------|-----------------------|
| | | Avec stress | Individuel | | | BEstress= 107,438833 |
| qx estress (15%) | tp31 | Revenus Futurs Espérés | Payements Futurs Espérés | Flux espéré | Valeur actuelle des fluxes espérés | |
| 0,0008683 | 1 | 88,99853177 | 0 | -88,99853177 | -88,998532 | |
| 0,0008683 | 0,999132 | 88,9212588 | 86,8250000 | -2,09625880 | -2,065788 | |
| 0,0008901 | 0,998264 | 88,84405291 | 86,7496142 | -2,09443872 | -2,011098 | |
| 0,0009407 | 0,997376 | 88,76497282 | 88,8555012 | 0,09052842 | 0,084168 | |
| 0,0010212 | 0,996437 | 88,68147161 | 93,8231320 | 5,14166038 | 4,609152 | |
| 0,0011201 | 0,995420 | 88,59091009 | 101,7561942 | 13,16528409 | 11,344369 | |
| 0,0012305 | 0,994305 | 88,49167941 | 111,4969836 | 23,00530421 | 19,004927 | |
| 0,0013455 | 0,993081 | 88,3827904 | 122,3492223 | 33,96643194 | 26,836755 | |
| 0,0014651 | 0,991745 | 88,26387136 | 133,6191082 | 45,35523687 | 34,204620 | |
| | 0,990292 | 0 | 145,3005969 | 145,30059694 | 104,430309 | |

FIGURE 27 : Source Élaboration propre

5. Exigences de capital

SCR vie

Risque de mortalité. Modèle standard

Exemple (3 Solution Cont.)

| | | Moment 1 | Collectif | | | BEstress= 332203,0241 |
|-----------------|----------|------------------------|--------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | Avec stress | Individuel | | | BEstress= 332,2030241 |
| qx stress (15%) | tp 41 | Revenus Futurs Espérés | Payements Futurs Espérés | Flux espéré | Valeur actuelle des flux espérés | |
| 0,0017595 | 1 | 229,4862664 | 0 | -229,48626637 | -229,486266 | |
| 0,0019665 | 0,998241 | 229,0824853 | 175,9500000 | -53,13248528 | -52,360173 | |
| 0,0022161 | 0,996277 | 228,6319946 | 196,3039943 | -32,32800025 | -31,041615 | |
| 0,0024990 | 0,994070 | 228,1253346 | 220,7800665 | -7,34526811 | -6,829203 | |
| 0,0028049 | 0,991586 | 227,5552608 | 248,4130375 | 20,85777670 | 18,697592 | |
| 0,0031361 | 0,988804 | 226,9170025 | 278,1248671 | 51,20786464 | 44,125210 | |
| 0,0035052 | 0,985703 | 226,2053794 | 310,0939663 | 83,88858694 | 69,301256 | |
| 0,0039020 | 0,982248 | 225,4124843 | 345,5087350 | 120,09625067 | 94,887615 | |
| 0,0043401 | 0,978416 | 224,5329361 | 383,2683572 | 158,73542115 | 119,710208 | |
| | 0,974169 | 0 | 424,6421414 | 424,64214143 | 305,198401 | |

FIGURE 28 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

SCR vie

Risque de mortalité. Modèle standard

Exemple (3 Solution Cont.)

| | | Moment 1 | Collectif BEstress= 1724086,251 | | |
|-----------------|----------|------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|
| | | Avec stress | Individuel BEstress= 862,0431257 | | |
| qx stress (15%) | tp 51 | Revenus Futurs Espérés | Payements Futurs Espérés | Flux espéré | Valeur actuelle des flux espérés |
| 0,0053291 | 1 | 623,3787303 | 0 | -623,37873031 | -623,378730 |
| 0,0058558 | 0,994671 | 620,0566827 | 532,9100000 | -87,14668272 | -85,879953 |
| 0,0064078 | 0,988846 | 616,4257548 | 582,4593856 | -33,96636918 | -32,614791 |
| 0,0070081 | 0,982510 | 612,4758218 | 633,6329361 | 21,15711420 | 19,670654 |
| 0,0076774 | 0,975624 | 608,18353 | 688,5528168 | 80,36928679 | 72,045653 |
| 0,0083950 | 0,968134 | 603,5142618 | 749,0259142 | 145,51165237 | 125,385665 |
| 0,0091529 | 0,960007 | 598,4477596 | 812,7486521 | 214,30089249 | 177,036252 |
| 0,0098923 | 0,951220 | 592,970257 | 878,6797351 | 285,70947811 | 225,738029 |
| 0,0105950 | 0,941810 | 587,1044173 | 940,9752672 | 353,87084989 | 266,871456 |
| | 0,931832 | 0 | 997,8431480 | 997,84314798 | 717,168890 |

FIGURE 29 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

SCR vie

Risque de mortalité. Modèle standard

Exemple (3 Solution Cont.)

| SCR=1773988,17 | | | Avec stress | | |
|------------------|-------------|-----------|----------------------|-------------|------------|
| Collectif 31 ans | Nombre 50 | | Collectif 31 ans | Nombre 50 | |
| | Individuel | Collectif | | Individuel | Collectif |
| | 0,89 | 44,30 | | 107,44 | 5371,94 |
| Collectif 41 ans | Nombre 1000 | | Collectif 41 ans | Nombre 1000 | |
| | Individuel | Collectif | | Individuel | Collectif |
| | 51,93 | 51927,95 | | 332,2030241 | 332203,02 |
| Collectif 51 ans | Nombre 2000 | | Collectif 51 ans | Nombre 2000 | |
| | Individuel | Collectif | | Individuel | Collectif |
| | 117,85 | 235700,80 | | 862,04 | 1724086,25 |
| TOTAL BE | | | TOTAL BE avec stress | | |
| 287673,05 | | | 2061661,22 | | |

FIGURE 30 : Source Élaboration propre

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Cette sous-section est basée sur le QIS5 et les TSLTGA.

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

NL_{pr} : Capital de solvabilité pour le risque de primes et de réserve.

$$NL_{pr} = V \cdot \rho(\sigma)$$

État :

- V : mesure de volume du risque de primes et de réserve
- $\rho(\sigma)$: fonction de la volatilité combinée
- σ : volatilité combinée.

V et σ sont calculés d'abord pour chaque ligne d'activité (lob) et après elles sont agrégées ; on fait la somme des V et on combine les σ .

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions
SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

Détails sur les lignes d'activité

- La segmentation en lignes d'activité est la même segmentation que celle qu'on a utilisée pour le calcul des provisions techniques. Cependant, on mélange chaque ligne d'activité avec celle qui correspond dans la réassurance proportionnelle acceptée.
- Pour faire les calculs, les lignes d'activité sont :
 1. Assurance automobile – Responsabilité civile
 2. Assurance automobile – d'autres classes
 3. Assurance maritime, aviation et transport (MAT)
 4. Incendie et autres dommages aux biens
 5. Responsabilité civile
 6. Crédit et caution
 7. Protection juridique
 8. Assistance
 9. Autres
 10. Réassurance non-proportionnelle – Responsabilité (casualty)
 11. Réassurance non-proportionnelle – MAT
 12. Réassurance non-proportionnelle – dommages aux biens (property)

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

Détails sur la mesure de volume du risque de primes et de réserve

$$V = \sum_{\forall lob} V_{lob}$$

V_{lob} est la mesure de volume du risque de primes et de réserve pour le lob .

$$V_{lob} = (V_{(prem,lob)} + V_{(res,lob)}) (0.75 + 0.25 \cdot DIV_{lob}),$$

étant :

- $V_{(prem,lob)}$: mesure de volume du risque de primes du lob .
- $V_{(res,lob)}$: mesure de volume du risque de réserve du lob .
- DIV_{lob} : facteur de diversification géographique pour le lob . QIS5 établie 18 zones géographiques différentes,

$$DIV_{lob} = \frac{\sum_{j=1}^{18} (V_{(prem,j,lob)} + V_{(res,j,lob)})^2}{\left(\sum_{j=1}^{18} (V_{(prem,j,lob)} + V_{(res,j,lob)})\right)^2}$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

- Si le volume dans toutes les zones où l'entreprise est active est le même, alors

$$DIV_{lob} = \frac{1}{n}$$

étant n le numéro de zones avec un volume positif. Si les volumes sont tous très différents, alors

$$DIV_{lob} \rightarrow 1$$

$$\left(0.75 + \frac{0.25}{n}\right) \cdot \left(V_{(prem,s)} + V_{(res,s)}\right) \leq V_s \leq V_{(prem,s)} + V_{(res,s)}$$

Si $n = 1$, alors

$$V_s = V_{(prem,s)} + V_{(res,s)}$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

- $DIV_{lob} = 1$
 - Pour la lob de crédit et défense juridique
 - Quand la volatilité du risque de primes et de réserve de la ligne d'activité σ_{lob} st calculée avec des paramètres spécifiques de l'entreprise.

$$V_{(prem,lob)} = \max(P_{lob}; P_{(last,lob)}) + FP_{(existing,lob)} + FP_{(future,lob)}$$

avec ;

- P_{lob} : estimation des primes nettes de réassurance acquises pour chaque lob pendant les prochaines 12 mois.
- $P_{(last,lob)}$: primes nettes de réassurance acquises pendant les derniers 12 mois.
- $FP_{(existing,lob)}$: valeur actuelle des primes acquises nettes de réassurance des contrats existants qu'on espère obtenir après les prochaines 12 mois.
- $FP_{(future,lob)}$: valeur actuelle des primes acquises nettes de réassurance des contrats avec une date initiale qui est dans les prochaines 12 mois mais excluant les primes acquises dans les 12 mois suivants à la date de valorisation.

$$V_{(res,lob)} = PCO_{lob}$$

étant PCO_{lob} : BE sinistres à payer du lob .

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

Détails sur la volatilité agrégé

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{V^2} \cdot \sum_{\forall r,c} CorrLob_{r,c} \cdot \sigma_r \cdot \sigma_c \cdot V_r \cdot V_c}$$

avec :

- $CorrLob_{r,c}$: matrice de corrélation entre les volatilités de chaque lob
- σ_r : volatilité d'un $lob = \sigma_{(lob)}$

La matrice de corrélations est :

| CorrS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 1: Motor vehicle liability | 1 | | | | | | | | | | | |
| 2: Other motor | 0,5 | 1 | | | | | | | | | | |
| 3: MAT | 0,5 | 0,25 | 1 | | | | | | | | | |
| 4: Fire | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | | | | | | |
| 5: 3rd party liability | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | | | | | |
| 6: Credit | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 1 | | | | | | |
| 7: Legal exp. | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 1 | | | | | |
| 8: Assistance | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | | |
| 9: Miscellaneous. | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | | | |
| 10: Np rems. (casualty) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 1 | | |
| 11: Np rems. (MAT) | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 1 | |
| 12: Np rems. (property) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 |

FIGURE 31 : Source TSLTGA (Part I)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

$$\sigma_{(lob)} = \frac{\sqrt{\sigma_{(prem,lob)}^2 \cdot V_{(prem,lob)}^2 + \sigma_{(prem,lob)} \cdot V_{(prem,lob)} \cdot \sigma_{(res,lob)} \cdot V_{(res,lob)} + \sigma_{(res,lob)}^2 \cdot V_{(res,lob)}^2}}{V_{(prem,lob)} + V_{(res,lob)}}$$

État :

- $\sigma_{(res,lob)}$: volatilité pour le risque de réserve estimé dans tout le marché, nette de réassurance.

| LoB | standard deviation for reserve risk (net of reinsurance) |
|---|--|
| Motor vehicle liabilityinsurance and proportional reinsurance | 9% |
| Other motor insurance and proportional reinsurance | 8% |
| MATinsurance and proportional reinsurance | 11% |
| Fire insurance and proportional reinsurance | 10% |
| 3rd-party liabilityinsurance and proportional reinsurance | 11% |
| Creditinsurance and proportional reinsurance | 19% |
| Legal expensesinsurance and proportional reinsurance | 12% |
| Assistancinsurance and proportional reinsurance | 20% |
| Miscellaneousinsurance and proportional reinsurance | 20% |
| Np reins (cas) | 20% |
| Np reins (MAT) | 20% |
| Np reins (prop) | 20% |

FIGURE 32 : Source TSLTGA (Part I)

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

- $\sigma_{(prem,lob)}$: écart type pour le risque de primes, pour tout le marché, nette de réassurance.

| Segment | Standard deviation for premium risk (gross of reinsurance) |
|---|---|
| 1. Motor vehicle liability insurance and proportional reinsurance | 10% NP_{lob} |
| 2. Other motor insurance and proportional reinsurance | 8% NP_{lob} |
| 3. MAT insurance and proportional reinsurance | 15% NP_{lob} |
| 4. Fire insurance and proportional reinsurance | 8% NP_{lob} |
| 5. 3rd-party liability insurance and proportional reinsurance | 14% NP_{lob} |
| 6. Credit insurance and proportional reinsurance | 12% NP_{lob} |
| 7. Legal expenses insurance and proportional reinsurance | 7% NP_{lob} |
| 8. Assistance insurance and proportional reinsurance | 9% NP_{lob} |
| 9. Miscellaneous insurance and proportional reinsurance | 13% NP_{lob} |
| 10. Np reins (cas) | 17% |
| 11. Np reins (MAT) | 17% |
| 12. Np reins (group) | 17% |

FIGURE 33 : Source TSLTGA (Part I)

Remarque

Un facteur brut en réassurance est conçu pour le risque de primes et un facteur distinct (NP_{lob}) tient compte des effets de mitigation du risque dérivés du réassurance non-proportionnelle. Ce facteur est 80% pour les segments 1,4 y 5, et 100% pour le reste.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

Détails sur la fonction écart-type combinée

$$\rho(\sigma) = \frac{\exp(N_{0.995} \cdot \sqrt{\ln(\sigma^2 + 1)})}{\sqrt{\sigma^2 + 1}} - 1 \approx 3 \cdot \sigma$$

État

- $N_{0.995}$: quantile 99.5% de la $N(0, 1)$

La fonction $\rho(\sigma)$ est fixée de manière à produire un chargement en capital (SCR) conforme au standard de VaR de 99.5% dans l'hypothèse d'une distribution lognormale du risque sous-jacent.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Risque de Primes et de Réserve. Modèle standard

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

- Variables
- Hypothèses
- Calcul du SCR

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions
SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Nous nous appuyons sur Gisler (2009).

Variables :

- a) Résultat technique de l'année prochaine.
- b) Risque de primes et de réserve.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions
SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

a) Résultat technique de l'année prochaine.

$$TR = P - K - C^{CY} - C^{PY} \quad (4)$$

État :

- P : prime acquise.
- K : frais d'administration.
- C^{CY} : montant de sinistralité de cette année. Doit être couvert avec les primes.
- C^{PY} : montant de sinistralité des années antérieures. Doit être couvert avec les provisions techniques pour sinistres déclarés à payer et survenus mais non déclarés.

$$C^{PY} = -CDR = -(R - PA^{PY} - R^{31.12, PY}) \quad (5)$$

État :

- CDR : résultat du développement des sinistres.
- R : Provisions pour sinistres à payer à 01.01. (BEST ESTIMATE).
- PA^{PY} : paiement pour sinistres des années antérieures.
- $R^{31.12, PY}$: provisions pour sinistres à payer le 31.12.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

- Les primes P et les dépenses K de l'année prochaine peuvent être prévus avec un certain degré de précision, de sorte que le risque de ces deux aspects est négligeable par rapport à l'autre de C^{CY} et C^{PY} qui sont les deux principaux facteurs de risque du résultat technique.

- D'autre côté, les provisions techniques sont BE, donc :

$$E[C^{PY}] = E[-CDR] = E[R^{31.12,PY} + PA^{PY} - R] = 0$$

étant,

$R^{31.12,PY} + PA^{PY}$ l'estimation a posteriori des provisions.

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

- Le résultat technique TR dans (4), peut être résumé comme :

$$\begin{aligned} TR &= (P - K - E[C^{CY}]) + E[C^{CY}] - C^{CY} - C^{PY} \\ &\simeq E[P - K - E[C^{CY}]] - (C^{CY} - E[C^{CY}]) - C^{PY} \end{aligned}$$

étant :

- $C^{CY} - E[C^{CY}]$: risque de primes.
- C^{PY} : risque de réserve.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

b) Risque de primes et de réserve.

- $S_i = C_i^{CY} + \tilde{R}_i$; $i \rightarrow$ un "lob" quelconque (chaque ligne d'activité).

Montant accumulé dans la ligne d'activité *lob i*, y compris les provisions techniques pour sinistres survenus à payer.

- $X_i = \frac{C_i^{CY}}{P_i}$; ratio de sinistralité du *lob i*.

- $Y_i = \frac{\tilde{R}_i}{R_i}$ Étant :

- \tilde{R}_i : estimation a posteriori du BE le 31.12.
- R_i : BE au début de l'année.

- $Z_i = \frac{P_i \cdot X_i + R_i \cdot Y_i}{P_i + R_i} = \frac{S_i}{V_i}$ Avec $V_i = P_i + R_i$.

Z_i est un ratio de risque combiné entre primes et provisions. Il s'agit d'une mixture entre X_i et Y_i étant les poids P_i et R_i .

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Les v.a. agrégées sont :

$$Z_{\bullet} = \sum_{\forall i} \frac{V_i \cdot Z_i}{V_{\bullet}} = \frac{S_{\bullet}}{V_{\bullet}}$$

où :

$$S_{\bullet} = \sum_{\forall i} S_i$$

et :

$$V_{\bullet} = \sum V_i = R_{\bullet} + P_{\bullet}$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Hypothèses :

■ X_i

- $E[X_i] = \frac{E[C_i^{CY}]}{P_i} < 1$; (parce que P_i ne sont pas les primes nettes. Si les primes sont nettes, alors $E[X_i] = 1$)
- $V[X_i] = \sigma_i^2$ (**H1**)

■ Y_i

- $E[Y_i] = 1$
 - $V[Y_i] = \tau_i^2$ (**H2**)
- $Corr(X_i, Y_i) = 0.5 \forall i$ (**H3**). Dans un *lob*, la corrélation entre le ratio de sinistralité et le ratio des réserves est 0.5.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Alors :

$$E[Z_i] = \frac{P_i \cdot \frac{E[C_i^{CY}]}{P_i} + R_i \cdot 1}{P_i + R_i} = \frac{E[C_i^{CY}] + R_i}{V_i}$$

$$\begin{aligned} V[Z_i] &= V\left[\frac{P_i \cdot X_i + R_i \cdot Y_i}{P_i + R_i}\right] \\ &= \frac{P_i^2}{(P_i + R_i)^2} \cdot V[X_i] + \frac{R_i^2}{(P_i + R_i)^2} \cdot V[Y_i] \\ &\quad + 2 \cdot \frac{0.5 \cdot P_i \cdot \sqrt{V[X_i]} \cdot R_i \cdot \sqrt{V[Y_i]}}{(P_i + R_i) \cdot (P_i + R_i)} \\ &= \frac{P_i^2}{V_i^2} \cdot \sigma_i^2 + \frac{R_i^2}{V_i^2} \cdot \tau_i^2 + \frac{P_i \cdot \sigma_i \cdot R_i \cdot \tau_i}{V_i^2} \\ &= \phi_i^2 \end{aligned}$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

- $\text{Corr}(Z_i, Z_j) = \rho_{ij} \forall i, j$ (H4). Corrélations entre les “Z” des différents lob.

On rappelle que :

$$Z_{\bullet} = \sum_{\forall i} \frac{V_i \cdot Z_i}{V_{\bullet}}$$

$$\begin{aligned} E[Z_{\bullet}] &= \sum_{\forall i} \frac{V_i \cdot \frac{E[C_i^{\text{CY}}] + R_i}{V_i}}{V_{\bullet}} = \sum_{\forall i} \frac{E[C_i^{\text{CY}}] + R_i}{V_{\bullet}} \\ &= \frac{E[S_i]}{V_{\bullet}} = \frac{E[S_{\bullet}]}{V_{\bullet}} \end{aligned}$$

$$V[Z_{\bullet}] = \sum_{\forall i \forall j} \frac{\rho_{ij} \cdot V_i \cdot \varphi_i \cdot V_j \cdot \varphi_j}{V_{\bullet}^2} = \varphi^2$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Les hypothèses **H1**, **H2**, **H3** et **H4** se rapportent aux variances et covariances des variables intermédiaires.

L'hypothèse suivante **H5** modèle le risque total pour primes et réserve : la v.a. S_{\bullet} charge sinistres.

- $S_{\bullet} \sim Ln(\mu, \sigma)$ (**H5**)
 - $E[S_{\bullet}] = V_{\bullet}$
 - $V[S_{\bullet}] = V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2$

Remarque

La valeur cohérent avec les hypothèses antérieures pour $E[S_{\bullet}]$ est $V_{\bullet} \cdot E[Z_{\bullet}]$ and $E[Z_{\bullet}]$ n'est pas 1 parce P_i ne sont pas les primes nettes (de telle façon que ne correspondent pas à l'espérance de la charge sinistres).

Ainsi, $E[S_{\bullet}]$ réel est inférieure à la valeur utilisée comme hypothèse.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Calcul du SCR :

Le $SCR_{\text{primes+réserves}}$ est :

$$SCR = VaR_{0,995}(S_{\bullet}) - E[S_{\bullet}]$$

Rappel le VaR_{α} d'une v.a. lognormal quelconque :

$$X \sim Ln(\mu, \sigma)$$

Où μ et σ sont les paramètres de la Normal associée.

$$E[X] = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

$$V[X] = e^{2\mu + \sigma^2} \cdot (e^{\sigma^2} - 1)$$

Alors :

$$\frac{V[X]}{E[X]^2} = e^{\sigma^2} - 1 \Rightarrow e^{\sigma^2} = 1 + \frac{V[X]}{E[X]^2} \Rightarrow \hat{\sigma}^2 = \ln \left(1 + \frac{V[X]}{E[X]^2} \right)$$

$$\hat{\mu} = \ln \left(\frac{E[X]}{\left(1 + \frac{V[X]}{E[X]^2} \right)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

$$X \sim Ln(\mu, \sigma) \Rightarrow \frac{\ln X - \mu}{\sigma} \sim N(0, 1)$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Si

$$P[X \leq c] = \phi \left(\frac{\ln c - \mu}{\sigma} \right)$$

Puis :

$$P[X \leq VaR_{\epsilon}(X)] = \phi \left(\frac{\ln VaR_{\epsilon}(X) - \mu}{\sigma} \right) = \phi(z_{\epsilon}) = \epsilon$$

Alors :

$$z_{\epsilon} = \frac{\ln VaR_{\epsilon}(X) - \mu}{\sigma}$$

$$VaR_{\epsilon}(X) = e^{\mu + z_{\epsilon} \cdot \sigma}$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité II

Dépendance et
diversification

“Meilleure
estimation” des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Concepts et
définitions
SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Si l'on applique l'expression antérieure à S_{\bullet} , on obtient :

■ S_{\bullet}

■ $E[S_{\bullet}] = V_{\bullet}$

■ $V[S_{\bullet}] = V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2$

$$\Rightarrow \mu = \ln \left(\frac{V_{\bullet}}{\left(1 + \frac{V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2}{V_{\bullet}^2}\right)^{0.5}} \right) = \ln \left(\frac{V_{\bullet}}{(1 + \varphi^2)^{0.5}} \right)$$

et

$$\Rightarrow \sigma = \sqrt{\ln \left(1 + \frac{V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2}{V_{\bullet}^2} \right)} = \sqrt{\ln(1 + \varphi^2)}$$

Puis :

$$\begin{aligned} VaR_{0.995}(S_{\bullet}) &= e^{z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\ln(1+\varphi^2)} + \ln \left(\frac{V_{\bullet}}{(1+\varphi^2)^{0.5}} \right)} \\ &= e^{z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\ln(1+\varphi^2)}} \cdot \left(\frac{V_{\bullet}}{(1+\varphi^2)^{0.5}} \right) \\ &= V_{\bullet} \cdot \frac{e^{z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\ln(1+\varphi^2)}}}{(1+\varphi^2)^{0.5}} \end{aligned}$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Pas conséquent :

$$\begin{aligned}
 SCR &= V_{\bullet} \cdot \frac{e^{z\epsilon \cdot \sqrt{\ln(1+\varphi^2)}}}{\sqrt{1+\varphi^2}} - V_{\bullet} \\
 &= V_{\bullet} \cdot \left(\frac{e^{z\epsilon \cdot \sqrt{\ln(1+\varphi^2)}}}{\sqrt{1+\varphi^2}} - 1 \right) \approx 3\sigma \rightarrow \text{avec } \epsilon = 0.995
 \end{aligned}$$

Que c'est la formule standard de Solvabilité II.

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions

SCR vie

Risque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Si l' **H5** est :

- (**H5'**) $S_{\bullet} \sim Ln(\mu, \sigma)$
 - $E[S_{\bullet}] = V_{\bullet} \cdot E[Z_{\bullet}]$
 - $V[S_{\bullet}] = V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2$

¿Quel est le SCR' par rapport à la formule standard ?

$$\Rightarrow \mu = \ln \left(\frac{V_{\bullet} \cdot E[Z_{\bullet}]}{\left(1 + \frac{V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2}{V_{\bullet}^2 \cdot E[Z_{\bullet}]^2}\right)^{0.5}} \right)$$

$$\Rightarrow \sigma^2 = \ln \left(1 + \frac{V_{\bullet}^2 \cdot \varphi^2}{V_{\bullet}^2 \cdot E[Z_{\bullet}]^2} \right)$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

5. Exigences de capital

Risque de souscription non-vie

Modélisation actuarielle du risque de primes et de réserve

Alors :

$$VaR_{0.995}(S_{\bullet}) = e^{z_{\epsilon} \cdot \sqrt{\ln\left(1 + \frac{\varphi^2}{E[Z_{\bullet}]^2}\right)}} \cdot \frac{V_{\bullet} \cdot E[Z_{\bullet}]}{\sqrt{1 + \frac{\varphi^2}{E[Z_{\bullet}]^2}}}$$

$$SCR' = V_{\bullet} \cdot E[Z_{\bullet}] \cdot \left(\frac{e^{z_{0.995} \cdot \sqrt{\ln\left(1 + \frac{\varphi^2}{E[Z_{\bullet}]^2}\right)}}}{\sqrt{1 + \frac{\varphi^2}{E[Z_{\bullet}]^2}}} - 1 \right)$$

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capitalConcepts et
définitions
SCR vieRisque de
souscription non-vie

Références

Références I

Index

Introduction.
Concepts clés de
Solvabilité IIDépendance et
diversification"Meilleure
estimation" des
engagements

Marge de Risque

Exigences de
capital

Références

- Börger, M. (2010). Deterministic shock vs. stochastic value-at-risk - an analysis of the Solvency II standard model approach to longevity risk. *Blätter der DGVFM*, 31(2) :225–259. (<http://www.dx.doi.org/10.1007/s11857-010-0125-z>).
- CEIOPS (2010a). Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II : SCR STANDARD FORMULA article 111(d) Correlations. *CEIOPS-DOC*, 70/10 :1–57. (http://www.eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/consultationpapers/CP74/CEIOPS-L2-Advice-Correlation-Parameters.pdf).
- CEIOPS (2010b). QIS5 : Relevant risk-free interest rate term structures. (http://www.eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/QIS/QIS5/QIS5-relevant_risk_en.xls).
- CEIOPS (2010c). QIS5 Technical Specifications. pages 1–330. (http://www.eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/QIS/QIS5/QIS5-technical_specifications_20100706.pdf).
- Christiansen, M. C. and Niemeyer, A. (2014). Fundamental definition of the solvency capital requirement in solvency ii. *ASTIN Bulletin*, 44 :501–533. (http://www.journals.cambridge.org/article_S0515036114000105).
- EIOPA (2013). Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment (Part I, II). 13/061. (<https://eiopa.europa.eu/en/consultations/qis/insurance/long-term-guarantees-assessment/technical-specifications/index.html>).
- Gisler, A. (2009). The Insurance Risk in the SST and in Solvency II : Modelling and Parameter Estimation. *The 39th International ASTIN Colloquium in Helsinki*. (http://www.actuaries.org/ASTIN/Colloquia/Helsinki/Papers/S3_24_Gisler.pdf).
- PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL (2009). Directive 2009/138/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 335 :1–155. (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138&from=EN>).
- PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL (2014). Directive 2014/51/UE (OMNIBUS II). (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0051&from=FR>).