

Mémoire présenté le : 13 octobre 2020

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

Par : **AYOLA Komi Maza-Balo T**

**Titre : Étude comparative de la nouvelle norme marocaine Solvabilité basée sur
les risques (SBR) et la norme Solvabilité II**

Confidentialité : ☒ NON ☐ (Durée : ☐ 1 an ☐ 2 ans)

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

*Membres présents du jury de Signature
l'Institut des Actuaire*

Gérard CROSET

.....

.....

*Membres présents du jury de
l'ISFA*

Esterina MASIELLO

.....

.....

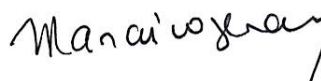
Entreprise :

*Nom : **Forsides France***

Signature : 

Directeur de mémoire en entreprise :

*Nom : **Voahirana RANAIVOSANANY***

Signature : 

Invité :

Nom :

Signature :

**Autorisation de publication et de
mise en ligne sur un site de diffu-
sion de documents actuariels (après
expiration de l'éventuel délai de confiden-
tialité)**

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



Résumé

Sous la menace des risques quotidiens, des individus font recours aux compagnies d'assurance. Lesquelles compagnies se portent garantes et supportent les risques à leur place. Ces risques sont entre autre : le vol, l'accident, les maladies, la mort, les catastrophes naturelles ... Autrement-dit ces individus placent leur confiance en ces compagnies qui doivent être capable d'honorer leur engagement lorsqu'un sinistre se produit.

Les entreprises d'assurance contribuent donc à asseoir un équilibre et une cohésion sociale dans les milieux dans lesquels elles sont implantées. Il va, par conséquent, sans dire qu'elles sont un moteur de développement économique en améliorant les conditions des populations. En outre, elles contribuent fortement au financement de l'économie en collectant les primes ou les cotisations et en les plaçant sur le marché financier. Elles favorisent l'entrepreneuriat, l'innovation et la création de richesses.

Ce rôle important de l'assurance dans la vie socio-économique des communautés implique que les entreprises d'assurance soient financièrement fortes. De plus elles ont l'obligation de bien gérer les primes ou les cotisations de leurs assurés. Aussi l'inversion du cycle de production fait que le métier de l'assurance est devenu complexe et aléatoire. Il est donc nécessaire que les entreprises d'assurance et de réassurance soient soumises à un contrôle spécifique. Un cadre légal s'établit alors pour protéger les intérêts des souscripteurs.

La Solvabilité Basée sur les Risques (SBR) est la nouvelle norme marocaine sur la réglementation prudentielle à laquelle doivent se soumettre les sociétés d'assurance et de réassurance. Elle vient pallier les insuffisances de la norme actuelle qui régle le secteur de l'assurance et de la réassurance. Elle part de l'ancienne norme plutôt basée sur une approche des comptes sociaux en intégrant l'aspect économique et prudentiel. C'est-à-dire en prenant en compte tous les risques auxquels les entreprises sont exposées. Ainsi encourage-t-elle les acteurs du marché de l'assurance et de la réassurance à bien connaître leur marché c'est-à-dire à identifier les risques qu'ils encourent et à les intégrer dans l'évaluation de leur solvabilité.

Ainsi les compagnies d'assurance et de réassurance seront capables de tenir leurs engagements vis-à-vis de leur assurés si jamais un sinistre se produit et qui agirait profondément sur ses fonds propres. Cette capacité passe inéluctablement par la définition d'un capital, un capital de solvabilité. Mieux, un capital qui prend en compte tous les risques inhérents aux activités d'assurance et de réassurance.

Le caractère rétrospectif de la norme actuelle, qui ne tient compte que du passé sans tenir compte de la réalité, amène l'Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale (ACAPS), l'autorité marocaine de régulation du marché de l'assurance et de la réassurance, à se mettre dans une logique prospective mais aussi holistique du risque. En collaboration avec la Fédération marocaine des sociétés d'assurance et de réassurance (FMSAR), l'ACAPS propose le projet « Solvabilité basée sur les risques » (SBR). SBR passe alors d'un bilan comptable et des provisions réglementaires à un bilan prudentiel et des provisions calculées en vision « *best estimate* ». A l'image de la Solvabilité de 2, il s'agit également d'un alignement sur les règles prudentielles édictées par l'Association internationale des superviseurs d'assurance « IAIS ^a » tel que relaté par [Elkadirié \(2017\)](#)

L'objectif de ce mémoire est de porter un regard comparatif entre cette nouvelle norme marocaine et la norme Solvabilité 2.

^a. International Association of Insurance Supervisors

Mots-clés

Solvabilité, risque, sinistre, capital de solvabilité, réglementation prudentielle, norme

Abstract

Under the threat of daily risks, people resort to insurance companies. Which companies stand surety and bear the risks in their place. These risks include: theft, accident, illness, death, natural disasters, etc. In other words, these individuals place their trust in those companies that must be able to honor their commitment when a disaster occurs.

Insurance companies therefore contribute to establishing a balance and social cohesion in the area in which they operate. It goes, therefore, without saying that they are an engine of economic development by improving the conditions of the populations. In addition, they contribute significantly to the funding of the economy by collecting premiums or contributions and placing them on the financial market. They promote entrepreneurship, innovation and wealth creation.

This important role of insurance in the socioeconomic life of communities implies that insurance companies are financially strong. Moreover, they have the obligation to properly manage the premiums or the contributions of their insured. As a result of the reversal of the production cycle, the insurance business has become complex and unpredictable. It is therefore necessary that insurance and reinsurance companies to be subject to a specific control. A legal framework is then established to protect subscribers' interests.

Risk-Based Solvency ("Solvabilité basée sur les risques" (SBR)) is the new Moroccan standard on prudential regulation to which insurance and reinsurance companies must submit. It overcomes the insufficiency of the current standard that regulate the insurance and reinsurance sectors. It starts from the old norm rather based on a social accounts approach by integrating the economic and prudential aspect. That is to say, taking into account all the risks to which companies are exposed. Thus, it encourages insurance and reinsurance market players to know their market well, that is to say to identify the risks they incur and to integrate them into their solvency assessment.

In this way, insurance and reinsurance companies will be able to hold their commitment towards their policyholders if ever a claim occurs and acts deeply on their own funds. This capacity inevitably passes through the definition of a capital, a solvency capital. Better, a capital that takes into account all the risks inherent in the insurance and reinsurance business.

The retrospective nature of the current norm, which takes into account only the past without taking into account the reality, leads ACAPS, the Moroccan authority of regulation of the market of the insurance and the reinsurance, to put itself in a logic prospective but also holistic risk. In collaboration with the FMSAR, ACAPS proposes the project Solvability Based on the Risks (SBR). The SBR then moves from an accounting balance sheet and regulatory provisions to a prudential balance sheet and provisions calculated in best estimate vision. Like Solvency II, it is also an alignment with the prudential rules issued by the International Association of Insurance Supervisors IAIS as related by [Elkadirié \(2017\)](#)

The purpose of this dissertation is to compare this new Moroccan standard with the Solvency II standard.

Keywords

Solvency, risk, loss, solvency capital, prudential regulation, standard

Note de Synthèse

La solvabilité d'une entreprise d'assurance et de réassurance fait l'objet d'une attention particulière des institutions en charge de réguler le secteur. Elle constitue un gage de confiance pour les assurés et un socle de sécurité pour les compagnies d'assurance et de réassurance.

Au fur et à mesure que le marché d'assurance et de réassurance évolue, les risques auxquels sont soumis les entreprises du secteur évoluent également. Ceci pose le problème de réadaptation des exigences de capital afin de tenir compte des nouveaux risques ainsi que les politiques de gestion de ces risques.

Cette évolution et la nécessité de prendre en compte les risques associés, a amené l'Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale (ACAPS-l'institution marocaine qui contrôle et régule le secteur de l'assurance et de la réassurance) en collaboration avec la Fédération marocaine des sociétés d'assurance et de réassurance à lancer le projet de **Solvabilité basée sur les risques** (SBR). L'objectif de ce mémoire est de comparer ce projet à la directive Solvabilité II.

La première partie de ce mémoire porte sur l'environnement assurantiel et la réglementation actuelle du Maroc. Il ressort que le marché marocain de l'assurance et de la réassurance est un marché émergent. Composé de 23 entreprises d'assurance et de réassurance, le Maroc occupe la 50^{ième} place sur le plan mondial en 2017. Il occupe pour cette même année la deuxième place sur le plan africain derrière l'Afrique du Sud et le 3^{ième} rang dans la région MENA ¹ derrière l'Arabie Saoudite et les Émirats Arabes Unis.

Les primes émises par ces entreprises d'assurance et de réassurance sont en constante évolution. Ci-dessous l'évolution de ces primes de 2016 à 2018.

en millions de dirhams	2016	2017	2018
Primes émises	37 261,6	40 652,7	43 082,9
Variation	-	8,34 %	5,64 %

TABLE 1 – Primes de 2016 à 2018

En 2018, l'activité de l'assurance et de la réassurance au Maroc a été marquée par l'assurance non-vie avec un pourcentage de 55,8 % des primes émises soit un montant de 22,96 milliards de dirhams (2,15 milliards d'euro) contre 44,2 % pour l'assurance vie soit un montant de 18,19 milliards

1. « Middle East North Africa » comprend tous les pays de l'Afrique du Nord et les pays du Moyen Orient (depuis le Maroc au Nord Ouest de l'Afrique jusqu'à l'Iran au Sud Ouest de l'Asie)

de dirhams (1,70 milliards d'euro).

S'inspirant de la directive Solvabilité II, la démarche de Solvabilité basée sur les risques consiste à relever les insuffisances de la norme actuelle et de prendre les mesures qu'il faut. Ainsi on relève que la norme actuelle est rétrospective et que la quantification de la marge de solvabilité est forfaitaire. De plus il fallait se conformer aux exigences internationales et instaurer un arbitrage règlementaire entre les secteurs financiers.

La deuxième partie de ce mémoire compare Solvabilité II et Solvabilité basée sur les risques. Comme Solvabilité II, Solvabilité basée sur les risques prévoit alors que l'exigence de capital soit arrimée à l'ensemble des risques encourus par les entreprises d'assurance et de réassurance. Ces dernières doivent disposer d'une politique et d'un système de gestion des risques efficaces. A l'image de Solvabilité II, Solvabilité basée sur les risques repose sur 3 piliers.

Le principe d'évaluation des provisions techniques est identique à la seule différence que Solvabilité basée sur les risques n'intègre pas les frais de gestion dans les flux. La meilleure estimation des frais de gestion est estimée séparément. Étant donné que la démographie et le marché financier du Maroc et de l'Union Européennes sont différents, il est naturel de voir que les hypothèses démographiques (mortalité, longévité) et financières (courbe des taux sans risque, probabilité de défaut ...) soient différentes. Ces différences vont entraîner tout naturellement des meilleures estimations des provisions techniques différentes.

On note que Solvabilité II dispose de deux niveaux d'exigences de capitaux. Le premier est la marge de solvabilité qui est le niveau minimum de fonds propres pour exercer en tant que compagnie d'assurance et de réassurance. Le second niveau est le capital de solvabilité requis (SCR) ; c'est le niveau de fonds propres qui permettrait de capturer les pertes inattendues avec un niveau de confiance de 95 %. C'est seulement ce dernier niveau que dispose Solvabilité basée sur les risques.

Le calcul du SCR, pour les deux normes, commence d'abord par une agrégation de risques en modules risque. Cependant la segmentation de ces risques est plus fine pour Solvabilité II que pour Solvabilité basée sur les risques. En effet le risque « santé » et « intangible » ainsi que les sous modules de risque « invalidité et incapacité » ne sont pas pris en compte par la nouvelle norme marocaine. Inversement, le risque de « concentration » qui se trouve dans le module de risques de « marché », est un module de risques à part entière pour Solvabilité basée sur les risques.

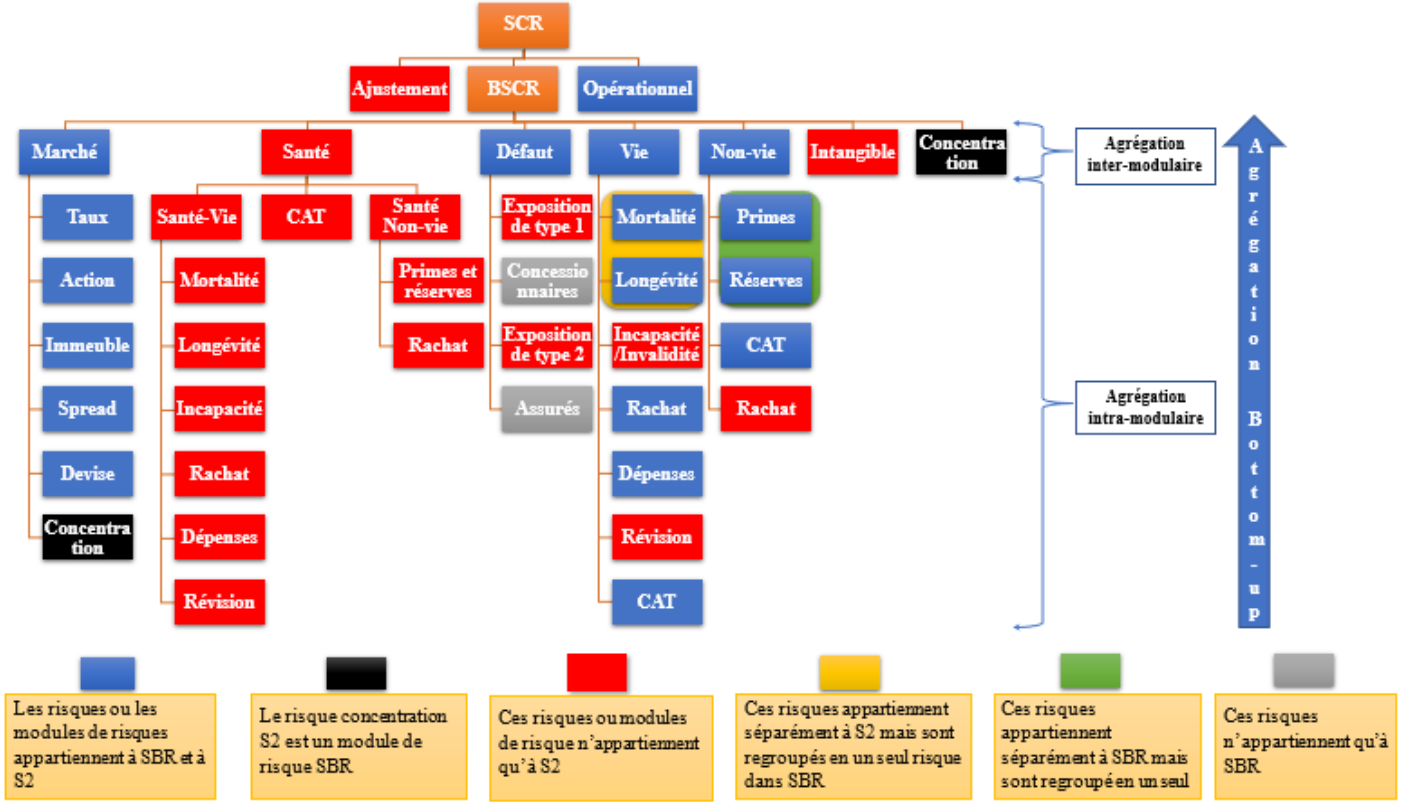


FIGURE 1 – Agrégation de risque suivant le principe bottom-up S2 et SBR

La formule de calcul du SCR peut¹ se mettre sous la forme ci-dessous pour les deux normes.

$$SCR = BSCR + SCR_{Opérationnel} - Adj$$

Cependant, il faut noter que les éléments entrant dans le calcul du SCR sont différents d'une norme à l'autre. En effet nous disposons des formules suivantes :

$$BSCR_{SII} = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{intangible} \quad (1)$$

$$BSCR_{SBR} = \sum_i SCR_i \quad (2)$$

On note une absence d'effet de diversification donc de matrice de corrélation entre les risques dans la formule de Solvabilité basée sur les risques (formule 2).

L'ajustement des effets d'absorption des pertes n'est pas encore défini mais il est prévu à la section 5, sous-section 7 un ajustement qui est encours de définition.

Pour Solvabilité basée sur les risques l'exigence de capital du risque opérationnel n'est qu'une proportion de la valeur des primes émises (cette proportion n'est pas encore définie) alors que voici ci-dessous la formule 3 dans le cas de SII :

$$SCR_{Opérationnel} = \min\left\{0, 3 \cdot BSCR; Op\right\} + 0,25 \cdot Exp_{ul} \quad (3)$$

1. Cette formule n'est pas expressément définie dans Solvabilité basée sur les risques. Nous l'avons nous même écrit par analogie à la formule de SII. Elle reste tout de même équivalente.

Pour terminer ce mémoire, sur un portefeuille emprunteur, nous avons procédé à l'estimation de la meilleure estimation des provisions techniques. Notons que l'assurance emprunteur est une assurance qui couvre un preneur de crédit contre les risques de décès, d'arrêt de travail (incapacité de travail et invalidité) ainsi que de la perte du travail. Le périmètre que couvre ce portefeuille prend en compte le risque de souscription en vie et le risque de souscription en santé similaire à la vie pour SII. Il ne couvre que le risque de souscription en vie dans le cadre de SBR.

Vu que les risques d'incapacité et d'invalidité ne sont pas pris en compte dans la nouvelle norme marocaine, cette dernière prévoit que les entreprises d'assurance et de réassurance doivent « *déterminer un taux de sortie en rente pour chaque groupe homogène de contrats sur la base d'un historique de données de sortie en rente propres au portefeuille de contrats et supérieur ou égal à dix (10) ans* ». Ce taux fait ressortir la part des montants convertis en rente dans l'année par rapport aux engagements à l'échéance. Il n'existe donc pas de tables de passage en incapacité ou en invalidité ni de table de maintien en incapacité ou en invalidité comme celles de BCAC¹ pour SII.

En faisant des hypothèses dans le cadre de Solvabilité basée sur les risques, nous avons obtenu les résultats suivants :

	Prime	Prestation	FraisG	ComFixe	ComVariable	Total
AT	273 656,6	498 675,3	19 867,5	49 258,2	0	294 144,3
Décès	1 109 144,9	256 663,6	80 523,9	199 646,1	294 572,9	-277 738,4
Total	1 382 801,6	755 338,9	100 391,4	248 904,3	294 572,9	16 405,9

TABLE 2 – Récapitulatif du *best estimate* SBR

	Prime	Prestation	FraisG	ComFixe	ComVariable	Total
AT	339 382,1	213 157,8	24 639,1	61 088,9	2 630,4	-37 866,0
Décès	1 377 411,2	319 025,0	100 000,1	247 934,0	365 636,9	-344 815,3
Total	1 716 793,4	532 182,8	124 639,2	309 022,8	368 267,2	-382 681,3

TABLE 3 – Récapitulatif du *best estimate* SII

On observe que la meilleure estimation SBR est plus importante que celle de SII. Nous estimons qu'il n'est pas prudent de tirer une quelconque conclusion vu que les résultats obtenus sont basés sur des approximations. La norme marocaine étant encore à l'étape de projet et que les paramètres ne sont pas encore définis.

1. Bureau commun des assurances collectives.

Synthesis note

The solvency of an insurance and reinsurance undertaking is the subject of particular attention by the institutions in charge of regulating the sector. It is a pledge of trust for policyholders and a safety foundation for insurance and reinsurance companies.

As the insurance and reinsurance market evolves, the risks faced by companies in the undertakings are changing as well. This poses the problem of rehabilitating capital requirements for new risks as well as policies for managing these risks.

This evolution and the need to take into account the associated risks, led the Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale (the Moroccan institution that controls and regulates the insurance and reinsurance sector) in collaboration with the Fédération marocaine des sociétés d'assurance et de réassurance (the moroccan association of Insurance and Reinsurance Companies) launched Solvabilité basée sur les risques (SBR), the risks based solvency project. The purpose of this thesis is to compare this project with the Solvency II Directive.

The first part of this thesis deals with the insurance environment and current regulations in Morocco. It appears that the Moroccan insurance and reinsurance market is an emerging market. Made up of 23 insurance and reinsurance companies, Morocco ranks 50th globally in 2017. In that same year, it ranks second in Africa behind South Africa and 3rd in the MENA region behind Saudi Arabia and the United Arab Emirates.

Premiums issued by these insurance and reinsurance companies are constantly evolving. Below is the evolution of these premiums from 2016 to 2018.

In millions of dirhams	2016	2017	2018
Primes émise	37 261,6	40 652,7	43 082,9
Variation	-	8,34 %	5,64 %

TABLE 4 – Premiums from 2016 to 2018

In 2018, the insurance and reinsurance business in Morocco was marked by non-life insurance with a percentage of 55.8 % of issued premiums, ie an amount of 22.96 billions of dirhams (2.15 billions of euros) against 44.2 % for life insurance amounting to 18.19 billion dirhams (1.70 billion of euros).

Inspired by the Solvency II Directive, the Risk-based Solvency approach is to identify shortcomings

in the current standard and take the necessary steps. Thus, it is noted that the current standard is retrospective and that the quantification of the solvency margin is a lump sum. In addition, it was necessary to comply with international requirements and introduce regulatory arbitrage between the financial sectors.

The second part of the dissertation compares Solvency II, and Risk based Solvency. As Solvency II, Risk-Based Solvency then provides that the capital requirement is tied to all the risks incurred by insurance and reinsurance companies. The latter must have an effective risk management policy and system. Like Solvency II, risk-based solvency is based on three pillars.

The principle of valuation of technical provisions is identical, the only difference being that Risk-based solvency does not include management fees in flows. The best estimate of management fees is estimated separately. Given that the demography and the financial market of Morocco and the European Union are different, it is natural to see that the demographic (mortality, longevity, etc) and financial hypotheses (risk-free interest rate curve, probability of default, etc.) are different. These differences will naturally lead to the fact that the best estimates of the technical provisions are different.

Solvency II has two levels of capital requirements. The first is the solvency margin, which is the minimum level of capital to operate as an insurance and reinsurance company. The second level is the Solvency Capital Requirement (SCR); this is the level of own funds that would capture unexpected losses with a 95 % confidence level. It is only this last level that Risk-based Solvency has.

The calculation of the SCR for both standards starts with risk aggregation in risk modules. However, the segmentation of these risks is finer for Solvency II than for Risk-Based Solvency. Indeed the risk « health » and « intangible » as well as sub-modules of risk « inability and disability » are not taken into account by the new Moroccan standard. Conversely, the risk of « concentration » that is in the « market » risk module, is a risk module in its own right for Risk-based solvency.

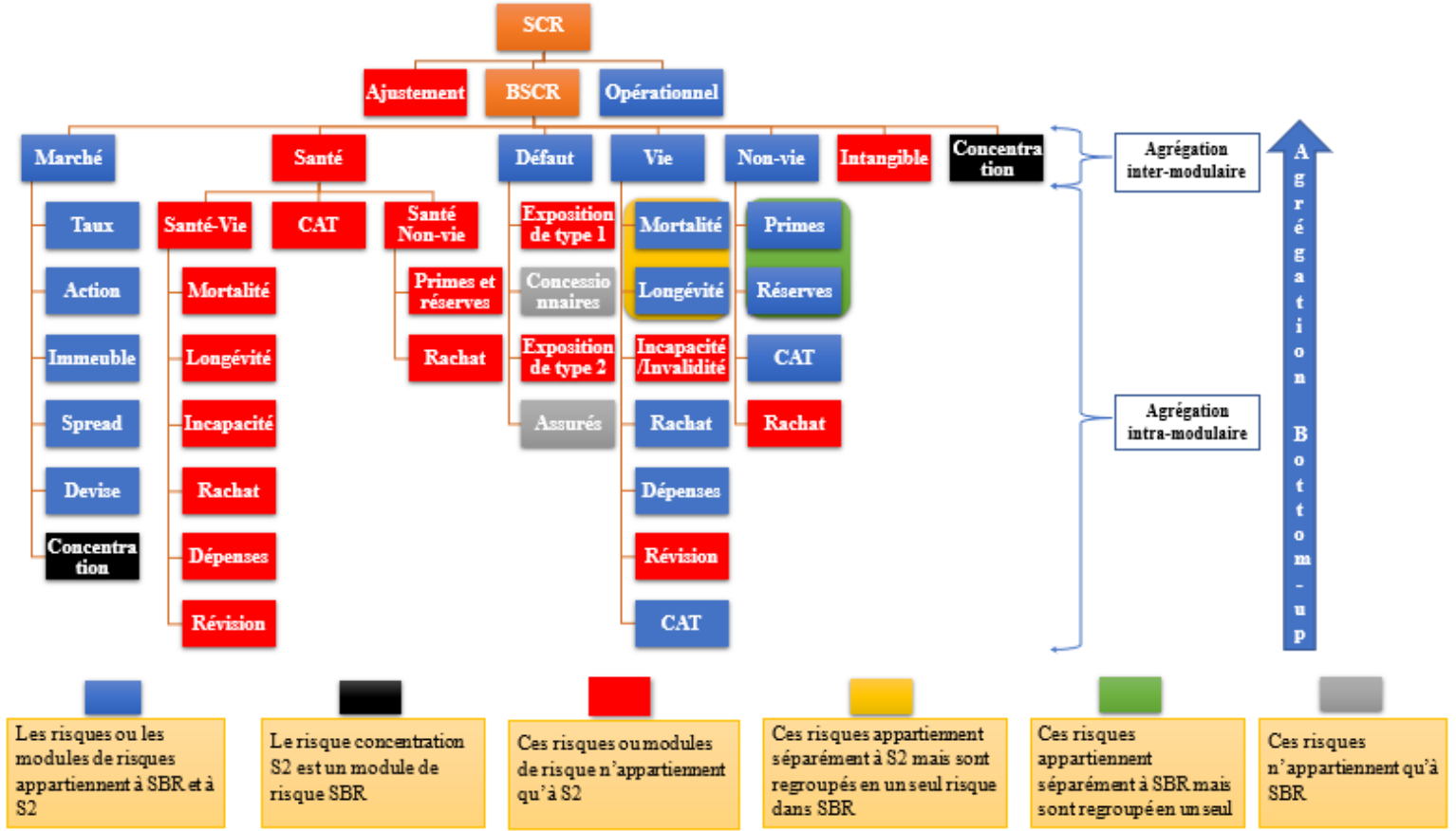


FIGURE 2 – Risk aggregation according to bottom-up principle for S2 and SBR

The formula for calculating the SCR can be¹ in the form below for both standards.

$$SCR = BSCR + SCR_{Opérationnel} - Adj$$

However, it should be noted that the elements used in the calculation of the SCR are different from one standard to another. Indeed we have the following formulas :

$$BSCR_{SII} = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{intangible} \quad (4)$$

$$BSCR_{SBR} = \sum_i SCR_i \quad (5)$$

We note a lack of diversification effect and therefore a risk correlation matrix in the risk-based Solvency formula (formula 5).

The adjustment of the loss absorption effects is not yet defined but the section 5, subsection 7 provides for an adjustment that is still in the process of definition.

For risk-based Solvency the operational risk capital requirement is only a proportion of the value of the premiums issued (this proportion is not yet defined) whereas here below the formula in the case

1. This formula is not expressly defined in Risk-Based Solvency. We have written it ourselves by analogy with the formula of SII. It still remains equivalent.

of SII :

$$SCR_{Opérationnel} = \min\left\{0,3 \cdot BSCR; Op\right\} + 0,25 \cdot Exp_{ul}$$

To conclude this thesis, on a borrowing portfolio, we proceeded to compute the best estimate of the technical provisions. It should be noted that the borrower insurance is an insurance that covers a borrower against the risks of death, work stoppage (inability for work and disability) as well as loss of work. The scope covered by this portfolio takes into account the life underwriting risk and the health similar to life technic underwriting risk for SII. It only covers life underwriting risk under SBR.

Since the risks of inability and disability are not taken into account in the new Moroccan standard, the latter stipulates that insurance and reinsurance companies must « determine an annuity exit rate for each homogeneous group of contracts on the basis of a history of annuity exit data specific to the portfolio of contracts and greater than or equal to ten (10) years ». This rate shows the portion of the amounts converted into annuities in the year compared to the commitments at maturity. Therefore, there are no inability or disability tables or tables of transition from inability to disability such as BCAC¹ (Common office of group insurance.) for SII.

By making assumptions in the context of Risk-based Solvency, we obtained the following results :

	Prime	Prestation	FraisG	ComFixe	ComVariable	Total
AT	273 656,6	498 675,3	19 867,5	49 258,2	0	294 144,3
Décès	1 109 144,9	256 663,6	80 523,9	199 646,1	294 572,9	-277 738,3
Total	1 382 801,6	755 338,9	100 391,4	248 904,3	294 572,9	16 405,9

TABLE 5 – Recap of the *best estimate* of SBR standard

	Prime	Prestation	FraisG	ComFixe	ComVariable	Total
AT	339 382,1	213 157,8	24 639,1	61 088,9	2 630,4	-37 866,0
Décès	1 377 411,2	319 025,0	100 000,1	247 934,0	365 636,9	-344 815,3
Total	1 716 793,4	532 182,8	124 639,2	309 022,8	368 267,2	-382 681,3

TABLE 6 – Recap of the best estimate of SII directive

It is observed that the SBR's best estimate is greater than that of SII's. We believe that it is not prudent to draw any conclusion that the results obtained are based on approximations. The Moroccan standard is still at the project stage and the parameters are not yet defined.

1. Bureau commun des assurances collectives

Remerciements

Au terme de ce travail je tiens à présenter toute ma reconnaissance à Dieu tout puissant, celui là qui m'a donné toute la force et qui m'a éclairé tout le long de ce parcours.

A Monsieur Anani OLYMPIO je dis un sincère merci. Grâce à toi ce stage a été possible. Sois béni.

Mes remerciements aux associés de Forsides France qui m'ont offert cette opportunité. Un merci spécial à Madame Voahirana RANAIVOZANANY. Merci pour tes orientations et conseils avisés. Monsieur Cheick Oumar DIALLO, merci. Je te dois ce travail. Daniel ZERBIB, Reda HECHADI, Arthur MAILLART, Driss MOUNIR, Mohamed SI-HAMDI, ..., merci à vous aussi. Vous m'avez accordé à un moment donné votre précieux temps et vos conseils à la réalisation de ce mémoire. A tout le reste du personnel de Forsides France merci pour votre sympathie. Vous m'avez accordé un cadre de travail agréable.

Je dois un hommage à Monsieur Abderrahim OULIDI, mon directeur d'école. Tu as su nous encadrer mais aussi être disponible. Trouves à travers ce mémoire le fruit de ce que tu as semé. Je ne peux oublier Sabrina MRABTI. Ces conseils m'ont beaucoup aidé. Merci.

Enfin, je souhaite rendre un hommage spécial à mon père Adjéti pour son soutien et son encouragement. Je n'oublie pas ma famille, particulièrement ma chère épouse Odette, ma fidèle lectrice et notre enfant Timothée Junior. Soyez honorés pour votre compréhension et votre patience.

Table des matières

Résumé	1
Abstract	3
Note de Synthèse	4
Synthesis note	8
Remerciements	13
Table des matières	14
Introduction générale	18
 Première partie	
Solvabilité, cadre réglementaire	20
 1 Cadre réglementaire marocain	21
1.1 L'assurance au Maroc	22
1.2 L'actuelle réglementation marocaine	25
 2 Solvabilité basée sur les risques	34
2.1 Pourquoi Solvabilité basée sur les risques ?	35
2.2 L'élaboration de Solvabilité basée sur les risques	38
2.3 Les principes et les piliers de Solvabilité basée sur les risques	42
 Deuxième partie	
Comparaison de SBR et Solvabilité 2	47
 Introduction	48
 3 Valorisation du bilan prudentiel	50

3.1	Généralités	52
3.2	L'actif du bilan prudentiel marocain	53
3.3	Le passif du bilan prudentiel marocain hors provisions techniques	54
3.4	Les impôts différés	55
3.5	Les Fonds propres	56
3.6	Les provisions techniques prudentielles	60
4	Exigence en capital par les deux normes	83
4.1	Le capital de solvabilité requis (SCR)	85
4.2	Le minimum de solvabilité requis (MCR)	85
4.3	Agrégation des risques	86
Troisième partie		
Mise en œuvre pratique : Application à un portefeuille		106
5	L'assurance emprunteur	109
5.1	Définition de l'assurance emprunteur	110
5.2	Les différentes catégories de contrat d'assurance emprunteur	110
5.3	Les garanties couvertes par les contrats d'assurance emprunteur	111
5.4	Les types de contrat	112
5.5	Les risques liés au portefeuille emprunteur	112
6	Modélisation et calcul du <i>best estimate</i>	113
6.1	Description du portefeuille étudié	115
6.2	Hypothèses et paramètres de calculs	116
6.3	Quelques notations communes	117
6.4	Modèle de modélisation	118
6.5	Évolution des mensualités	121
6.6	Projection des capitaux restants dû	122
6.7	Projection des nombres	123
6.8	Calcul de la meilleure estimation	125
6.9	Restitution des résultats	129
6.10	Tests de pertinence des résultats	133
Conclusion générale		142

Bibliographie	143
Annexes	145
A Représentation des provisions techniques	146
B Courbe des taux	148
B.1 Importation des données	148
B.2 Interpolation linéaire	150
B.3 Méthode de Nelson-Siegel	152
B.4 Paramétrisation de Svensson	154
B.5 Méthode de Smith-Wilson	155
B.6 Mesure de l'efficacité des trois méthodes	158
C Lignes d'activités Solvabilité basée sur les risques	160
D Lignes d'activités Solvabilité II	163
E Détermination des frais de gestion	164
F Ajustement pour défaut de contrepartie SBR	165
F.1 Étape 1 : Calcul des meilleures estimations cédées projetées	165
F.2 Étape 2 : Calcul des flux d'ajustement projetés	166
F.3 Calcul de l'ajustement pour défaut de contrepartie	167
G Segmentation pour le sous-module de risques « primes et réserve en non-vie »	168
H Matrice de corrélation pour risque de primes et de réserve en non-vie	169
I Groupes d'engagements et de facteurs de risque pour le sous-module « autres risques de catastrophes en non-vie »	170
J Seuil d'exposition et facteur de risque	171
J.1 Seuils relatifs d'exposition en excès	171
J.2 Facteurs de risque pour concentration de risque de marché	171
K Quelques formules des projections du flux du BE	173
K.1 Facteur d'actualisation mensuel	173
K.2 Courbe des taux mensuelle	173

K.3 Taux de mortalité mensuel	173
K.4 Taux de chute mensuel	173
K.5 Probabilité de maintien en invalidité	173

Introduction générale

L'assurance, comme toute activité économique engendre des risques susceptibles de compromettre la viabilité d'une entreprise. Il convient d'identifier ces risques mais aussi d'évaluer leur impact sur le fonctionnement et la rentabilité de l'entreprise. L'Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale (ACAPS), l'instance marocaine de contrôle des sociétés d'assurance et de réassurance, a pour prérogative d'examiner les activités des entreprises soumises à son contrôle.

C'est dans cette optique que, fort du fait que le cadre actuel de régulation ne soit plus adapté et approprié au contexte actuel, l'ACAPS lance le projet Solvabilité basée sur les risques (SBR). Lancé depuis décembre 2017, le nouveau cadre réglementaire est en phase avec les normes réglementaires internationales et qui a pour « benchmark » le système européen, Solvabilité II.

Dans l'actuelle réglementation, pour faire face à leurs engagements envers les souscripteurs ou les assurés, les assureurs doivent disposer d'un montant constituant un « matelas de sécurité », la marge de solvabilité. Cette dernière leur permet de contrer les aléas liés à leurs activités. Le constat est que cette marge de solvabilité ne tient pas compte de tous les risques.

Désormais, l'évaluation des exigences de capital des compagnies d'assurance et de réassurance prendra en compte la taille, la nature et la complexité des assurances et des différents acteurs du marché. Ainsi les provisions techniques ne seront plus évaluées dans un cadre comptable mais dans une vision économique.

L'Europe avait fait les mêmes observations qui lui ont permis de passer de Solvabilité I à Solvabilité II. Elle a, comme le fait actuellement le Maroc, réformé en profondeur le système, passant d'une approche rétrospective et déterministe à une approche prospective. Il est donc légitime de réaliser cette *étude comparative de la nouvelle norme marocaine et la norme Solvabilité II*.

En effet la mondialisation entraînant un niveau d'interaction entre les différentes régions et populations du globe, une compagnie d'assurance assujettie à un régime peut décider de s'implanter dans une autre région. Mieux encore, on assiste à des fusions et des acquisitions entre des entreprises d'une région à une autre soumise chacune à des normes différentes.

Naturellement, certaines entreprises seront soumises à deux régimes prudentiels. Nous pensons que ce sera l'entreprise qui n'est soumise qu'à une seule des deux réglementations qui sera la plus avantageuse en matière de concurrence. D'où la nécessité de se poser des questions : *lequel des deux systèmes de contrôle de la solvabilité des entreprises est le plus contraignant ? Laquelle des deux réglementations est la plus avantageuse ?*

L'objectif que poursuit ce mémoire est de comparer les aspects quantitatifs de la directive Solva-

bilité II et de la nouvelle norme Solvabilité basée sur les risques. L'étude portera donc sur l'évaluation des éléments quantitatifs des deux normes.

Ce mémoire est organisé en trois parties. La première présentera le cadre réglementaire marocain. Puis, la deuxième, portera sur une étude comparative descriptive des deux normes : Solvabilité basée sur les risques et Solvabilité II. Il s'agira d'étudier leur bilan prudentiel et leur exigence de capital. Pour finir, la troisième partie est celle qui est consacrée à la valorisation de la meilleure estimation des provisions techniques d'un portefeuille emprunteur.

Première partie

Solvabilité, cadre réglementaire

CHAPITRE 1

Cadre réglementaire marocain

L'objectif de ce chapitre est de présenter le marché assurantiel marocain. Tout le long de ce chapitre, nous verrons les opérations d'assurance et de réassurance et le positionnement du Maroc dans l'échiquier assurantiel africain et mondial. Nous parlerons également de l'actuelle réglementation du marché de l'assurance et de la réassurance au Maroc.

L'essentiel de ce chapitre

- ✓ Le Maroc dispose d'un marché assurantiel émergent. Les primes émises sont en constante évolution ; il se classe au 50^{ième} rang sur le plan mondial en 2017 ; il est le deuxième en Afrique après l'Afrique du sud et le 3^{ième} dans la région MENA ² ;
- ✓ 23 entreprises d'assurance et de réassurance dont 2 réassureurs exclusifs se partagent le marché marocain de l'assurance ;
- ✓ La locomotive de l'activité de l'assurance et de la réassurance est tirée par l'activité non-vie avec un taux de 55,8 % ;
- ✓ Les primes émises pour les engagements « Véhicule terrestres à moteurs » sont de 48,5 % de toute l'activité non-vie dont 40,9 % pour la « Responsabilité civile » ; en activité vie, l'épargne constitue 80,4 % de la part totale de l'activité vie en 2018 ;
- ✓ Les provisions techniques sont représentées par des actifs localisés au Maroc à l'exception des provisions techniques des opérations de réassurance et les entreprises exerçant leur activité en dehors du Maroc ;
- ✓ La représentation des provisions techniques se fait par des actifs libellés dans les mêmes monnaies ; les contrats libellés en unité de compte sont représentés par des actifs libellés dans les mêmes unités de compte à l'exception des activités de la réassurance ;
- ✓ L'article 239 du code marocain des assurances prévoit que chaque entreprise doit disposer d'une marge de solvabilité en complément des provisions techniques ; cette marge est déterminée par opérations d'assurance et de réassurance.

2. « Middle East and North Africa » comprend tous les pays de l'Afrique du Nord et les pays du Moyen Orient (depuis le Maroc au Nord Ouest de l'Afrique jusqu'à l'Iran au Sud Ouest de l'Asie).

1.1 L'assurance au Maroc

1.1.1 Le marché assurantiel marocain

En terme de primes émises en 2017, le Maroc se positionne comme le deuxième plus grand marché d'assurance en Afrique, derrière l'Afrique du Sud et le troisième dans la région MENA¹, derrière l'Arabie Saoudite et les Émirats Arabes Unis. Le Maroc est le 50^{ème} pays sur le plan mondial. Cette performance est constante depuis l'année 2015 (cf. [ACAPS \(2018a\)](#)).

en millions de dollars	2015	2016	2017
Primes émises	3064,0	3469,0	4171,8
Rang mondial	51	49	50
Rang au niveau du monde arabe	3	3	3
Rang au niveau de l'Afrique	2	2	2

TABLE 1.1 – Rang mondial du secteur marocain des assurances 2015-2017

Le secteur des assurances compte vingt-trois (23) entreprises en activité, dont dix-neuf (19) sociétés anonymes et quatre sociétés d'assurances mutuelles (cf. [ACAPS \(2018b\)](#)). Sur ces vingt-trois (23) entreprises, deux (2) sont des sociétés de réassurance. Il s'agit de la Société centrale de réassurance (SCR) et la Mutuelle agricole marocaine d'assurance réassurance (MAMDA Ré). Notons que MAMDA Ré était une simple société d'assurance avant de se lier à Partner Ré¹ et la Mutuelle centrale de réassurance (MCR)² (cf. [ACAPS \(2018a\)](#)). D'une manière générale nous avons la répartition de la table 1.2.

EAR³ pratiquant les opérations vie et non vie		8
EAR spécialisées en :	Assurance Non vie	3
	Assurance Vie	2
	Assistance	5
	Assurance crédit	3
	Réassureurs exclusifs	2
Total		23

TABLE 1.2 – Nombre d'entreprises d'assurance et de réassurance au Maroc en 2017

1.1.2 Les opérations d'assurance et de réassurance au Maroc

Le secteur de l'assurance et de la réassurance est en pleine expansion au Maroc depuis plusieurs années. Il enregistre, en 2018, un chiffre d'affaire de 43,08 milliards de dirhams (soit 4,06 milliards d'euros) contre 40,7 milliards de dirhams (3,83 milliards d'euros) en 2017. Soit une progression de 5,98 %, en baisse par rapport en 2017 (9,10 %).

1. Groupe de réassurance américain créé en 1993 suite à l'Ouragan Andrew

2. Assureur mutuel français ayant une activité de réassurance créé depuis 1907

en millions de dirhams	2016	2017	2018
Primes émises	37 261,6	40 652,7	43 082,9
Variation	-	9,1 %	6,0 %

TABLE 1.3 – Primes émises de 2016 à 2018

On note que les entreprises d'assurance et de réassurance ont enregistré un chiffre d'affaire de 41,2 milliards de dirhams (3,89 milliards d'euros) alors que les réassureurs exclusifs ont réalisé 1,9 milliards de dirhams (181,06 millions d'euros). Les primes émises au titre des affaires directes ont donc connu une progression de 6,2 % entre 2017 et 2018 en passant de 38,7 milliards de dirhams à 41,1 milliards de dirhams (cf. [ACAPS \(2018b\)](#), [ACAPS \(2018a\)](#) et [ACAPS \(2019a\)](#)). La table 1.4 correspond à l'évolution des primes de 2017 à 2018 par catégories d'entreprises.

en millions de dirhams	2017	2018	Variation
Affaires directes	38 733,4	41 151,0	6,2 %
Acceptations en réassurance	1 919,3	1 931,9	0,7 %
Total	40 652,7	43 082,9	5,6 %

TABLE 1.4 – Primes émises par catégorie d'entreprise de 2017 à 2018

La locomotive des opérations d'assurance et de réassurance au Maroc sont les opérations en non-vie. Elles affichent un taux de 55,8 % des émissions totales en affaires directes en 2018, soit un montant de 22,96 milliards de dirhams. Globalement c'est l'assurance « Véhicules terrestres à moteurs » qui draine l'assurance en non-vie avec un pourcentage de 48,5 % dont 40,9 % pour la « Responsabilité civile » (cf. [ACAPS \(2018b\)](#), [ACAPS \(2018a\)](#) et [ACAPS \(2019a\)](#)). Le tableau 1.5 détaille les émissions des opérations en assurance non-vie de 2017 à 2018.

en millions de dirhams	2017	2018	Part dans le total 2018
Véhicules terrestres à moteurs	10 481,7	11 147,2	48,5 %
dont Responsabilité civile	8 908,8	9 397,3	40,9 %
Accidents du travail et maladies professionnelles	2 222,5	2 244,3	9,8 %
Accidents corporels - Maladie maternité	3 922,2	4 074,3	17,7 %
dont : Maladie - maternité	3 257,8	3 405,1	14,8 %
Responsabilité civile générale	548,9	581,7	2,5 %
Incendie et éléments naturels	1 331,7	1 417,7	6,2 %
Assurances des risques techniques	242,3	300,6	1,3 %
Transport	604,9	625,5	2,7 %
Assistance - crédit - caution	1 415,1	1 568,3	6,8 %
Transport	604,9	625,5	2,7 %
Autres opérations	979,4	1 002,1	4,4 %
TOTAL	21 748,8	22 961,6	100,0 %

TABLE 1.5 – Primes émises en assurance non-vie de 2017 à 2018

Quant aux opérations d'assurance en vie en 2018, l'épargne occupe une grande part (80,4 %) suivie de l'assurance décès (15,6 %) (*cf.* ACAPS (2019a)).

en millions de dirhams	2017	2018	Part dans le total 2018
Épargne	13 633,9	14 622,4	80,4 %
Décès	2 735,1	2 842,5	15,6 %
Contrats à capital variable (UC)	584,9	712,7	3,9 %
Autres opérations vie	30,8	11,7	0,1 %
TOTAL	16 984,7	18 189,4	100,0 %

TABLE 1.6 – Évolution des émissions directes en vie par sous catégorie entre 2017 et 2018

Au cours de l'exercice 2018, les acceptations en réassurance valent 1 931,9 millions dirhams soit une progression de 0,7 % en comparaison à l'exercice précédent (1 919,3 millions dirhams). Elles représentent :

en millions de dirhams	2017	2018	Part dans le total 2018
Réassureurs exclusifs	1732,3	1719,3	-0,7 %
Acceptations non vie	165,3	139,9	-15,4 %
Acceptations vie	584,9	712,7	3,9 %
Entreprises d'assurances et de réassurance	187,0	212,6	13,7 %
Acceptations non vie	186,5	212,2	13,8 %
Acceptations vie	0,5	0,4	-16,3 %
TOTAL	1919,3	1931,9	0,7 %

TABLE 1.7 – Les acceptations en réassurance par type d'entreprise entre 2017 et 2018

1.2 L'actuelle réglementation marocaine

La philosophie générale de l'actuelle norme marocaine est de contrôler la solvabilité des compagnies d'assurance et de réassurance. Ainsi les sociétés d'assurance et de réassurance doivent être en mesure de respecter constamment leurs engagements pris à l'égard des assurés. Autrement-dit, elles doivent pouvoir procéder au remboursements lorsque les sinistres se produisent.

Dans cette perspective le principe est :

- d'évaluer prudemment les engagements ;
- d'avoir des actifs de bonne qualité en représentation de ces engagements ;
- d'évaluer la marge de solvabilité et
- de trouver les ressources nécessaires pour couvrir cette marge de solvabilité.

1.2.1 Les provisions techniques

Le code des assurances marocain, [YOUSOUFI \(2002\)](#), définit les provisions techniques comme étant des :

Définition 1.2.1: Provisions techniques

comptes d'épargne accumulés par l'entreprise d'assurance et de réassurance pour faire face à ses engagements envers les assurés et bénéficiaires de contrats d'assurance [...]

Inscrites au passif du bilan de la société, les provisions techniques doivent être suffisantes et prudentes. Il existe plusieurs provisions techniques mais nous listerons quelques unes seulement.

La provision mathématique (PM)

Elle « représente la différence entre les valeurs actuelles des engagements respectivement pris par l'assureur et les assurés » dans [YOUSOUFI \(2002\)](#).

$$PM_k = VA_k - va_k$$

où :

- PM_k est la provision mathématique, l'année k ;
- VA_k est la valeur actuelle des engagements de l'assureur, l'année k ;
- va_k est la valeur actuelle des engagements de l'assuré, l'année k .

Remarque 1.2.1

- Si les engagements comportent des éléments viagers, les tables TD 88-90 et TV 88-90 sont utilisés et le taux d'actualisation est le $\max \{70 \% \times TME; 3,5 \%\}$;
- pour des opérations d'assurance accidents de travail (rentes mise en charge et accessoires) ; on utilise la table PF 60-64, le taux d'intérêt est de 3,5 %, le chargement de gestion est de 3 % du montant de chaque rente (cf. [FATHALLAH \(2005\)](#)).

La provision de gestion

D'après l'arrêté du ministre des finances et de la privatisation du 10 octobre 2005, [FATHALLAH \(2005\)](#), la provision de gestion est une :

Définition 1.2.2

provision destinée à couvrir les charges de gestion non couvertes par ailleurs. Cette provision est dotée, à due concurrence, de l'ensemble des charges de gestion futures des contrats non couvertes par des chargements prévus par ceux-ci.

Elle est déterminée par groupe homogène de contrats. Ainsi pour chaque ensemble homogène de contrats, k , on a :

$$PG_k = VA_{cgk} - va_{r_k}$$

où :

- VA_{cgk} est la valeur actuelle des charges de gestion futures ;
- va_{r_k} est la valeur actuelle des ressources futures issues des contrats.

La provision de gestion est la somme des provisions par groupe homogène de contrats ainsi calculée.

Remarque 1.2.2

Le taux d'actualisation est donné par :

$$tx = \frac{CIT}{PM_{brute}}$$

où :

- CIT est la charge d'intérêt technique et
- PM_{brute} le montant moyen des provisions mathématiques brutes de réassurance des deux derniers exercices.

La provision pour participation aux bénéfices

C'est le montant des participations aux bénéfices techniques et financiers attribués ou à attribuer aux bénéficiaires des contrats en application de l'article 12 de l'arrêté du ministère des finances et de la privatisation n° 2240-04 du 14 kaada 1425 (27 décembre 2004), [FATHALLAH \(2004a\)](#).

Ce montant est affecté à la provision mathématique ou inscrit dans des comptes individuels ou versé aux souscripteurs, au cours des trois (3) exercices suivant celui au titre duquel il a été porté à la provision pour participation aux bénéfices.

La provision pour sinistre à payer

Définition 1.2.3: Provision pour sinistres à payer

C'est la valeur estimative des dépenses pour sinistres non réglés et le montant des dépenses pour sinistres réglés restant à payer à la date de l'inventaire. Elle comprend également les capitaux constitutifs de rentes non encore mises à la charge de l'entreprise.

Sans tenir compte des recours à exercer, elle comprend :

- ▷ la valeur estimative des dépenses à prévoir, le rachat des rentes qui pourront être ou qui ont déjà été allouées par décision judiciaire ;
- ▷ la valeur estimative des dépenses restant à effectuer au titre d'indemnités journalières et au titre de frais (frais médicaux, frais pharmaceutiques, frais d'hospitalisation, ...)

La provision pour sinistres à payer est d'abord estimée dossier par dossier puis complétée par une évaluation du coût des sinistres survenus mais non déclarés à la date de l'inventaire. L'estimation des sinistres survenus mais non déclarés se fait par référence au coût moyen des sinistres des exercices antérieurs ou basée sur les cadences de règlement observées dans l'entreprise sur une période de dix (10) exercices au moins y compris l'exercice en cours.

1.2.2 Les règles d'investissement

Une fois que les provisions techniques sont évaluées, elles sont inscrites au passif de l'entreprise d'assurance et de réassurance. Ces provisions sont ensuite représentées à l'actif, dans les conditions et limitations définies à l'annexe A.

Cette représentation se fait par des actifs localisés au Maroc à l'exception des provisions des opérations de réassurance et les entreprises exerçant leur activité hors du Maroc. Soumis à l'autorisation du régulateur, une compagnie exerçant les opérations d'assurance et ou de réassurance peut faire des dépôts et des placements hors du Maroc à condition que les montants mis en représentation correspondent aux opérations réalisées hors du Maroc ?.

Les engagements pris dans une monnaie sont représentés par des actifs libellés dans la même monnaie à l'exception des acceptations en réassurance qui peuvent être représentées dans une autre monnaie. Les provisions techniques des contrats libellés en unités de compte sont représentées par des actifs libellés dans les mêmes unités de compte d'après [FATHALLAH \(2005\)](#).

1.2.3 La marge de solvabilité et ses éléments constitutifs

Pour l'exercice de leurs activités, les entreprises d'assurance et de réassurance sont tenues de disposer d'une marge de solvabilité. Considérée comme un matelas de sécurité, cette marge de solvabilité est un capital réglementaire qui permet aux entreprises de faire face aux risques pouvant ébranler leurs activités.

Ainsi les entreprises d'assurance et de réassurance doivent être en mesure de répondre et d'honorer leurs engagements pris vis-à-vis des assurés.

L'exigence de capital dans l'actuelle norme marocaine est consacrée par l'article 239 du Dahir n° 1-02-238 du 25 rejb 1423 (3 octobre 2002) portant promulgation de la loi n° 17-99 portant code des assurances, [FATHALLAH \(2004b\)](#).

Article 239 du code des assurances Maroc

Les entreprises d'assurance et de réassurance doivent, en complément des provisions techniques, justifier, à tout moment, de l'existence d'une marge de solvabilité destinée à faire face aux risques de l'exploitation propres au caractère aléatoire des opérations d'assurance.

Les constituants de la marge de solvabilité

L'article 52 de l'arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005) relatif aux entreprises d'assurance et de réassurance, [FATHALLAH \(2005\)](#), détermine les éléments constitutifs de la marge de solvabilité. La table 1.8 ci-dessous présente les fonds propres constitués et leur éligibilité ainsi que les éléments en déduction.

	Les éléments constitutifs de la marge de solvabilité	Éligibilité
(+)	le capital social versé ou fonds d'établissement constitué	100 %
(+)	les réserves de toute dénomination, réglementaires ou libres, ne correspondant pas aux engagements	100 %
(+)	la provision de capitalisation	100 %
(+)	l'emprunt pour augmentation du fonds d'établissement pour les sociétés d'assurances mutuelles	100 %
(+)	les bénéfices reportés	100 %
(+)	les plus-values nettes n'ayant pas un caractère exceptionnel résultant des placements affectés aux opérations d'assurances sur la vie	20 %
(+)	les plus-values nettes n'ayant pas un caractère exceptionnel résultant des placements affectés aux opérations d'assurances non vie et acceptation	60 %
(-)	les pertes	
(-)	les amortissements restant à réaliser sur les comptes des postes « immobilisations en non valeur » et « immobilisations incorporelles »	
(-)	les charges d'acquisition reportées	
(-)	les actions propres détenues	
(-)	les placements dans les filiales non cotées autres que les sociétés immobilières	
(-)	les plus-values des placements dans les filiales et actions propres	
(-)	les engagements donnés hors bilan	

TABLE 1.8 – Les éléments constitutifs de la marge de solvabilité

Calcul de la marge de solvabilité

La marge de solvabilité, selon l'Arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005) relatif aux entreprises d'assurance et de réassurance, [FATHALLAH \(2005\)](#), est déterminée avec des différents postes du bilan suivant les opérations d'assurance et de réassurance auxquelles s'adonnent les compagnies. La somme des différents montants obtenus de ces différentes opérations donne la marge de solvabilité.

▷ Opérations vie, décès et capitalisation

La marge de solvabilité résulte de la somme des deux résultats suivants :

• Premier résultat

$$MS_1 = 5 \% \left(PM_{brute} + PG_{brute} \right) \cdot \max \left\{ 85 \%, \frac{PM_{nette}}{PM_{brute}} \right\}$$

où :

- PM_{brute} est la provision mathématique brute de cession de réassurance
- PM_{nette} est la provision mathématique nette de cession de réassurance
- PG_{brute} est la provision de gestion brute de cession de réassurance

Remarque 1.2.3

Pour les contrats à capital variable, le pourcentage à appliquer aux provisions est de 1 % lorsque l'entreprise n'assume pas de risque de placement et de 4 % lorsqu'elle en assume.

• Deuxième résultat

$$MS_2 = \begin{cases} 0,3 \% \cdot CSR_{nets} \cdot \max \left\{ 50 \%, \frac{CSR_{nets}}{CSR_{bruts}} \right\}, & \text{Si mortalité}^1 \\ 0,6 \% \cdot CSR_{nets} \cdot \max \left\{ 50 \%, \frac{CSR_{nets}}{CSR_{bruts}} \right\}, & \text{Sinon} \end{cases}$$

où :

- CSR_{nets} représente le montant des capitaux sous risque net de réassurance
- CSR_{bruts} représente le montant des capitaux sous risque brut de réassurance.

Remarque 1.2.4

- Pour les assurances temporaires en cas de décès d'une durée maximale de trois années, le facteur multiplicateur des capitaux sous risque est égal à 0,1 %. Il est fixé à 0,15 % desdits capitaux pour les assurances temporaires en cas de décès dont la durée est supérieure à trois années mais n'excède pas cinq années.
- Le capital sous risque est égal au capital garanti en cas de décès, déduction faite de la provision mathématique.

▷ Gestion spéciale des rentes accident de travail

Pour la gestion spéciale des rentes accident de travail, la marge de solvabilité ne dépend que de la provision mathématique :

$$MS = 5 \% \cdot PM$$

1. Si l'entreprise assume le risque de mortalité

▷ **Opération d'assurance non vie hors rente non-vie**

Pour les opérations d'assurance non-vie hors rente non-vie, la marge de solvabilité est déterminée soit par rapport au montant annuel des primes ou des cotisations, soit par rapport à la moyenne annuelle des sinistres, soit par rapport au montant des sinistres à payer et de la provision pour primes non acquises. La marge de solvabilité correspond dans ce cas au maximum des montants obtenus par les trois méthodes suivantes :

• **Première méthode**

$$MS_1 = 20 \% \cdot (P_{ad} + P_{ré}) \cdot \frac{S_{nette}^{3ans}}{S_{nette}^{3ans}}$$

où :

- P_{ad} représente le total des primes ou cotisations émises en affaire directe au cours du dernier exercice coût de police compris nettes des taxes et d'annulations ;
- $P_{ré}$ représente les primes acceptées en réassurance au cours du dernier exercice ;
- S_{nette}^{3ans} est le montant de la charge de sinistres net de réassurance au cours des trois derniers exercices ;
- S_{brute}^{3ans} correspond au montant de la charge de sinistres brut de réassurance au cours des trois derniers exercices ;.

• **Deuxième méthode**

$$MS_2 = \frac{1}{3} \left[(S_{brute}^{*3ans} + S_{3ans}^{**} + PSAP) - (R_{3ans} + PSAP^*) \right] \cdot t_1 \cdot \max \left\{ t_2, \frac{S_{nette}^{3ans}}{S_{brute}^{3ans}} \right\}$$

avec :

$$t_1 = \begin{cases} 27 \% \\ 40,5 \% \end{cases} \quad t_2 = \begin{cases} 50 \% \\ 70 \% \end{cases}$$

où :

- S_{brute}^{*3ans} représente le total des sinistres payés pour les affaires directes brut de réassurance au cours des trois derniers exercices ;
- S_{3ans}^{**} représente le total des sinistres payés au titre des acceptations en réassurance au cours des trois derniers exercices ;
- $PSAP$ correspond aux provisions pour sinistres à payer constituées à la fin du dernier exercice pour les affaires directes et pour les acceptations ;
- R_{3ans} équivaut aux recours encaissés au cours des trois derniers exercices ;
- $PSAP^*$ représente les provisions pour sinistres à payer constituées au commencement du deuxième exercice avant le dernier exercice pour les affaires directes et pour les acceptations ;
- S_{nette}^{3ans} représente le total des sinistres réglés au cours des trois derniers exercices ;
- S_{brute}^{3ans} correspond au montant de la charge de sinistres brut de réassurance.

Remarque 1.2.5

La charge moyenne annuelle des sinistres pour les opérations de crédit est calculée sur sept exercices précédents le dernier.

- **Troisième méthode**

$$MS_3 = (10\% \cdot PPNA + t_1 \cdot PSAP) \cdot \max \left\{ t_2, \frac{S_{nette}^{3ans}}{S_{brute}^{3ans}} \right\}$$

avec :

$$t_1 = \begin{cases} 5 \% \\ 7,5 \% \end{cases} \quad t_2 = \begin{cases} 50 \% \\ 70 \% \end{cases}$$

où :

- $PPNA$ est la provision pour prime non acquise ;
- $PSAP$ est la provision pour sinistres à payer ;
- S_{nette}^{3ans} représente le total des sinistres réglés au cours des trois derniers exercices ;
- S_{brute}^{3ans} correspond au montant de la charge de sinistres brut de réassurance.

▷ **Réassurance à titre exclusif ou assurance comptant 20% d'acceptation**

Pour les entreprises d'assurance et de réassurance pratiquant exclusivement la réassurance ou dont les acceptations représentent au moins 20% de leur portefeuille, la marge de solvabilité correspond au maximum des trois méthodes suivantes :

- **Première méthode**

$$MS = 30 \% \cdot P \cdot \max \left\{ 70 \%, \frac{S_{nette}^{3ans}}{S_{brute}^{3ans}} \right\}$$

où :

- P représente le total des primes acceptées au cours du dernier exercice ;
- S_{nette}^{3ans} est le montant de la charge de sinistres net de réassurance ;
- S_{brute}^{3ans} correspond au montant de la charge de sinistres brut de réassurance.

- **Deuxième méthode**

$$MS = \frac{1}{3} \cdot 45 \% \cdot \left(S^{3ans} + PSAP_f - PSAP_i^{2ans} \right) \cdot \max \left\{ 70 \%, \frac{S_{nette}^{3ans}}{S_{brute}^{3ans}} \right\}$$

où :

- S^{3ans} représente le total des sinistres réglés au cours des trois derniers exercices ;
- $PSAP_f$ est la provision pour sinistres à payer constituées à la fin du dernier exercice ;
- S_{brute}^{3ans} correspond au montant de la charge de sinistres brut de réassurance ;
- $PSAP_i^{2ans}$ correspond aux provisions pour sinistres à payer constituées au commencement du deuxième exercice précédant le dernier exercice.

- **Troisième méthode** Elle est déterminée en fonction des provisions pour sinistres et de primes dans le cadre des acceptations :

$$MS = 15 \% \cdot (PS + PP) \cdot \max \left\{ 70 \%, \frac{S_{nette}^{3ans}}{S_{brute}^{3ans}} \right\}$$

où :

- PS est la provision pour sinistres au titre des acceptations
- PP est la provision pour primes au titre des acceptations ;
- S_{nette}^{3ans} représente le total des sinistres réglés au cours des trois derniers exercices ;

— S_{brute}^{3ans} correspond au montant de la charge de sinistres brut de réassurance.

Une fois que cette marge de solvabilité est évaluée, l'entreprise d'assurance et de réassurance est à même de prendre ses responsabilités. Elle disposera désormais de fonds propres supplémentaires pour éviter tout risque de faillite et assurera la protection des assurés. Alors on a le droit de se poser la question : « *pourquoi le Maroc veut-il passer de la norme actuelle à la norme Solvabilité basée sur les risques ?* »

Solvabilité basée sur les risques

Dans ce chapitre nous présenterons les motivations du Maroc à passer de l'actuelle norme à la norme Solvabilité basée sur les risques. Il sera question aussi de présenter les objectifs poursuivis et les étapes dans l'élaboration de la nouvelle norme vers laquelle le Maroc tend. Nous nous attelons également à présenter les principes et les piliers de Solvabilité basée sur les risques.

L'essentiel de ce chapitre

- ✓ Le Projet de circulaire SBR a été lancé pour palier les insuffisances de la norme actuelle ; pour se conformer aux standards internationaux mais aussi pour un arbitrage entre secteurs financiers ;
- ✓ Ce projet est l'initiative de l'Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale en collaboration avec la Fédération marocaine des sociétés d'assurance et de réassurance ;
- ✓ Lancé depuis le 25 avril 2017, le Projet de circulaire SBR a franchi plusieurs étapes parsemées de mise à jours ;
- ✓ Une première étude d'impact quantitatif (EIQ1) a été menée dont les objectifs sont de valoriser le bilan prudentiel (hors marge de risque) et le calibrage des paramètres de calcul du capital de solvabilité requis ;
- ✓ Les enseignements retenus de cette EIQ1 sont : augmentation des provisions techniques de 1 %, augmentation des fonds propres de 10 %, pour les placements une plus-value de 21,2 % a été dégagée ;
- ✓ Comme perspective, le lancement des travaux de calibrage de la formule standard a été prévu et une seconde étude d'impact quantitatif devrait être lancée d'ici la fin du mois de septembre 2019. Cette seconde étude portera sur le calcul du SCR ;
- ✓ Solvabilité basée sur les risques se fonde sur 3 piliers : le premier pilier regroupe les exigences quantitatives, le second pilier définit les exigences qualitatives et la gouvernance puis le pilier 3 décrit les exigences en terme de transparence et d'information.

2.1 Pourquoi Solvabilité basée sur les risques ?

Les motivations pour passer de l'actuelle norme à Solvabilité basée sur les risques (SBR) sont multiples. On peut distinguer les raisons relatives à l'actuelle norme ou celles liées aux standards internationaux ou encore des raisons qualitatives (quasi-absence de gouvernance et arbitrage réglementaire entre secteurs financiers). Notons que l'Union européenne et la Suisse constituent un état de l'art en matière de régulation prudentielle des assurances.

2.1.1 Les insuffisances de l'actuelle norme

L'avantage de l'actuelle norme marocaine est qu'elle est simpliste et sa mise en œuvre est plus ou moins facile. Cependant elle a des limites.

Le calcul de la marge de solvabilité se fait sur une base forfaitaire. Ainsi l'application du même coefficient à toutes les compagnies d'assurance et de réassurance ne fait-elle pas ressortir les garanties cachées dans les contrats. Elle ne prend donc pas en compte les risques auxquels sont exposées les entreprises. Autrement-dit plusieurs entreprises ayant les mêmes provisions et des expositions au risque différentes auront une même marge de solvabilité.

De plus cette marge dépend du niveau de provisionnement. Ce qui est une approche non équitable. En effet, une entreprise qui provisionne moins disposera d'une faible marge de solvabilité. Inversement si elle provisionne beaucoup plus, elle aura une marge de solvabilité plus élevée.

Les provisions techniques, une fois constituées, ainsi que les autres passifs sont représentés à l'actif des entreprises d'assurance et de réassurance. Cependant, l'admission en représentation est soumise aux conditions et limitations conformément à la sous-section 1, section 3 du chapitre 3 de l'arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005) relatif aux entreprises d'assurances et de réassurance, [FATHALLAH \(2005\)](#). Les seuils et les limites définis dans cet arrêté, ne prennent pas en compte l'évolution du marché financier et de ses instruments.

Par ailleurs, l'arrêté précité dispose que les entreprises d'assurance et de réassurance devraient disposer des moyens et techniques pour garantir l'adéquation entre les passifs et les actifs. Il s'agit d'une simple exigence qui n'est pas formellement définie et peut ne pas prendre en compte la marge de solvabilité.

Il est bien vrai que l'actuelle norme exige un niveau de fond propre pour faire face aux risques auxquels sont exposées les entreprises d'assurance et de réassurance. Il s'agit d'une évaluation quantitative de ces risques (qui reste, d'ailleurs, forfaitaire). La norme actuelle, non seulement n'aborde pas l'aspect qualitatif du risque mais aussi ne prévoit pas de système de gestion de ce dernier. L'organisation interne de l'entreprise n'intègre pas son appétence aux risques dans la gestion quotidienne des affaires.

L'une des insuffisances de ce modèle réglementaire, est qu'elle suppose que le passé explique bien le futur. En effet, les provisions techniques sont évaluées avec une vision rétrospective.

2.1.2 Arbitrage réglementaire entre secteurs financiers

Les règles prudentielles dans le système bancaire ont connu de profondes mutations depuis la crise des « *subprimes*¹ » qui a entraîné la faillite de grands établissements financiers (Américan International Group, Lehman Brothers, ...). Pour répondre à cette crise et renforcer la solidité des banques, les « Accords de Bâles III » ont été signés.

Les Accords de Bâles III sont un ensemble de mesures réglementaires qui permettront de renforcer la gouvernance et assurer la gestion et le contrôle des risques. C'est ainsi qu'un certain nombre de principes clés ont été adoptés. Il s'agit de la mise en place du ratio de liquidité, de plafonner l'effet de levier², de la redéfinition des fonds propres, la révision de la couverture de certains risques (notamment les risques opérationnels, les risques de marché, les risques de crédit). (cf. [ACPR \(2018\)](#)).

Il est important de préciser qu'il existe une certaine dualité entre les banques et les compagnies d'assurance et de réassurance. Les banques qui accordent des prêts immobiliers exigent des garanties financières pour faire face aux risques de défaillance du preneur. Il arrive donc que l'emprunteur souscrive à des garanties caution. Par ailleurs l'activité de cautionnement de prêt est exercée à la fois par des compagnies d'assurance et des établissements bancaires. Or chacune de ces structures financières dispose d'un cadre réglementaire propre d'après [MIRVILLE \(2015\)](#). Cette dualité génère, par conséquent, la nécessité de songer à un arbitrage entre secteurs financiers.

Solvabilité basée sur les risques, cette nouvelle norme, prendra en compte cette dualité. Cet arbitrage permettra bien évidemment d'éviter le risque systémique. En effet les deux normes répondent toutes deux à la volonté de stabiliser leur environnement et de prendre en compte les risques auxquels sont exposés les établissements auxquels ces normes sont appliquées.

2.1.3 De la nécessité de se conformer aux standards internationaux

L'Association internationale des contrôleurs d'assurance (IAIS pour International association of insurance supervisors) créée en 1994 est un espace de discussion indépendant qui permet de promouvoir la coopération, l'harmonisation et la stabilité des marchés d'assurance développés ou émergents, [Watson \(2012\)](#).

En octobre 2011, l'IAIS a publié une nouvelle version de principes de base en matière d'assurance (ICPs pour Insurance core principle) venant ainsi modifier celle de 2003. Une dernière mise à jour de ces principes a été publiée en novembre 2017. Ces ICPs, au nombre de 26, visent à favoriser la surveillance et la cohérence au niveau mondial tout en servant de référence en matière de régulation. Elles sont organisées en 3 niveaux à savoir : les principes, les normes et les documents d'orientation (Table 2.1).

1. Crise des prêts hypothécaires en 2007 qui a entraînée la crise financière de 2008

2. Impact de l'utilisation des capitaux par rapport aux capitaux propres

Principes	prescrivent les éléments essentiels qui doivent être présents dans le régime de surveillance
Normes	définissent les principales exigences devant être satisfaites par l'autorité de surveillance
Orientations	fournissent les détails sur la façon dont les normes ICPs doivent être mises en oeuvre

TABLE 2.1 – La structure des ICPs

L'essentiel des implications de ces principes sont les exigences en matière de reporting des groupes, les hypothèses *best estimate*, la gestion et le contrôle des risques en assurance, la convergence réglementaire. Ceci deviendra le soubassement des trois piliers (nous y reviendrons dans la section 2.3) de Solvabilité basée sur les risques. On retrouve clairement sur le diagramme des ICPs (*cf.* figure 2.1) la structure des trois piliers.

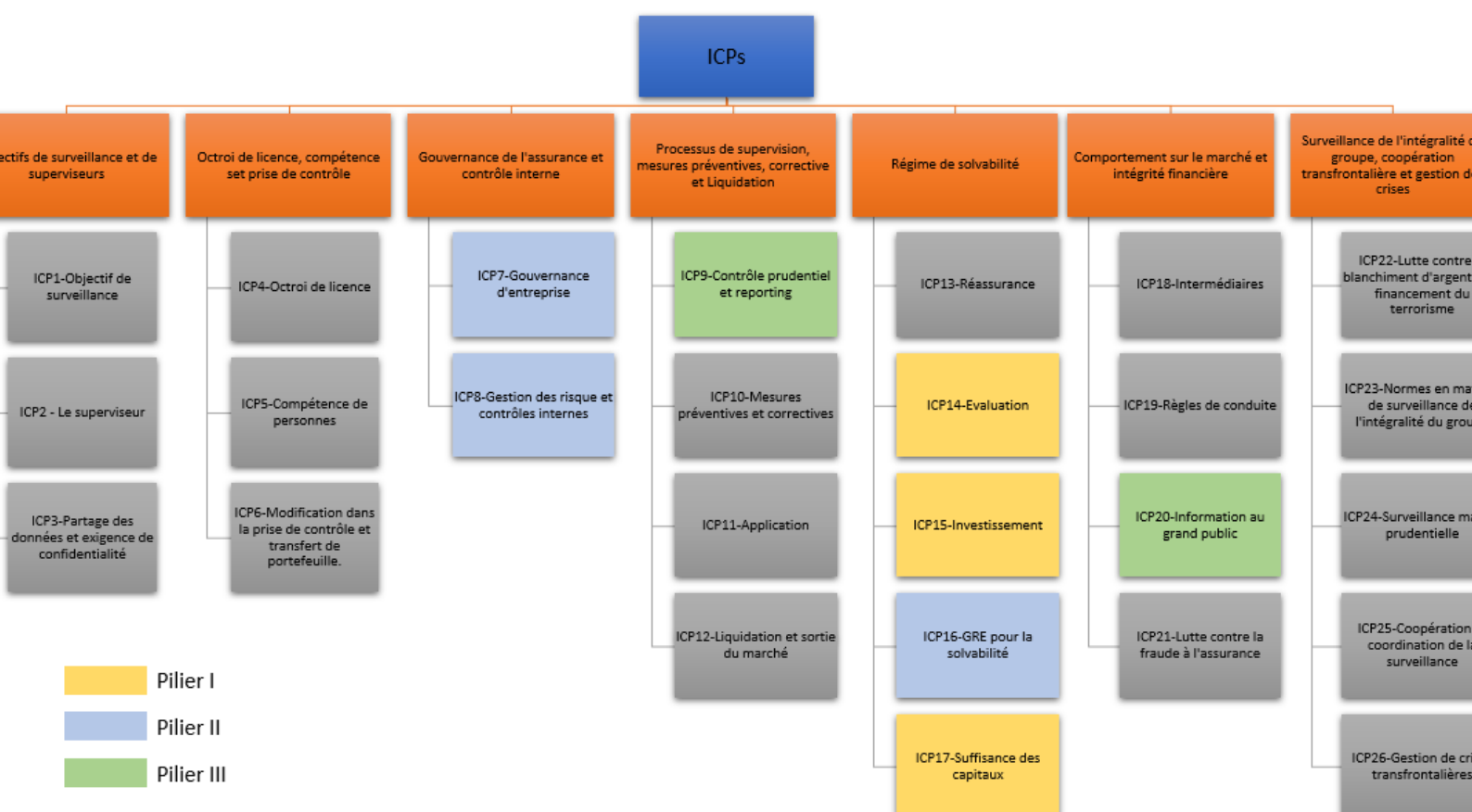


FIGURE 2.1 – Les ICPs

2.1.4 Solvabilité II- Swiss Solvency Test, l'état de l'art

A partir de l'année 1999, l'Union européenne a débuté les premières réflexions de ce qui va devenir, en 2016, Solvabilité II. Et quatre années après, la Suisse commence elle aussi les réflexions pour aboutir à Swiss Solvency Test (SST) en 2006.

Par rapport à Solvabilité I, les deux normes ont pour principales nouveautés la prise en compte de l'ensemble des risques auxquels sont exposés les compagnies d'assurance et de réassurance. Les

nouvelles normes partent ainsi d'une vision comptable du bilan à une vision économique. Les actifs sont désormais évalués en leur valeur de marché et les passifs en leur meilleures estimations. Une exigence en capital reflétant au mieux les risques sous-jacents à leurs activités est fortement recommandée aux compagnies d'assurance et de réassurance.

2.2 L'élaboration de Solvabilité basée sur les risques

A ce jour, Solvabilité basée sur les risques n'est pas encore adoptée. Elle est en phase de projet. Néanmoins plusieurs étapes ont été franchies.

2.2.1 Les acteurs de la réforme

Les principaux acteurs de la réforme sont l'Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale (ACAPS) et la Fédération marocaine des sociétés d'assurance et de réassurance (FMSAR).

Créée par la loi n° 64-12 du 6 mars 2014 entrée en vigueur le 14 avril 2016, l'ACAPS est une personne morale de droit public jouissant d'une autonomie financière. Elle veille au respect, par les entités soumises à son contrôle, des règles de protection d'assurés, des bénéficiaires des contrats d'assurance, des affiliés et adhérents ainsi que les bénéficiaires des pensions.

Elle est donc chargée du contrôle et de la surveillance des entreprises d'assurance et de réassurance et des intermédiaires d'assurance conformément aux dispositions du code des assurances et de ses textes d'application. Elle exerce un contrôle technique sur les institutions en charge des retraites (CMR¹, CNSS², RCAR³, CIMR⁴, CNRA⁵, CNOPS⁶) et assure conjointement avec le ministère chargé de l'emploi un contrôle sur les sociétés mutualistes.

1. Caisse marocaine des retraites

2. Caisse nationale de sécurité sociale

3. Régime collectif d'allocation de retraite

4. Caisse interprofessionnelle marocaine de retraites

5. Caisse nationale de retraites et d'assurances

6. Caisse nationale des organismes de prévoyance sociale

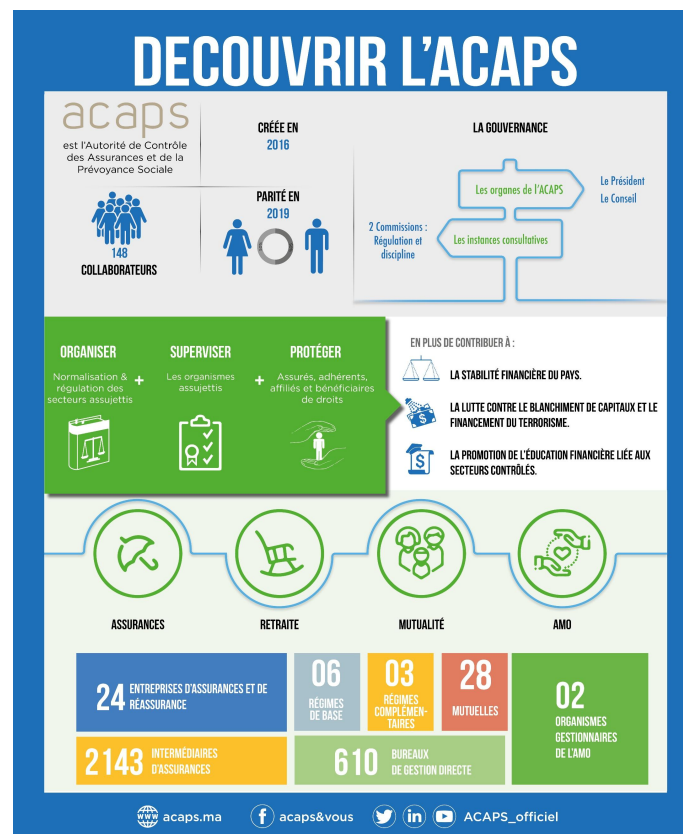


FIGURE 2.2 – Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale

La FMSAR est une association qui rassemble les entreprises d'assurance et de réassurance opérant au Maroc. Créée en 1958, elle a pour missions de défendre les intérêts des entreprises du secteur et coordonner l'action des sociétés adhérentes ; de représenter le secteur des assurances auprès des pouvoirs publics, des autres associations professionnelles et des tiers ; d'élaborer des études et analyses intéressant le secteur de l'assurance pouvant être mises à la disposition des membres ainsi que du public ; d'organiser les relations professionnelles entre membres ainsi qu'entre les représentants des différents réseaux de distribution ; d'œuvrer en faveur de l'amélioration des techniques professionnelles, de la formation professionnelle, du développement du secteur des assurances et plus généralement l'amélioration du service rendu au public par les membres et constituer, le cas échéant, tout organisme ou organe pour y parvenir ; d'ester en justice pour la défense de ses intérêts et de l'intérêt commun de ses membres.

2.2.2 Les étapes de la mise en œuvre de SBR

En août 2016, un amendement a été porté à l'article 239 de l'arrêté cité à la sous-section 1.2.3 de la page 28. A partir de cette date, les travaux d'élaboration de la nouvelle norme ont commencé. Moins d'un an après, en avril 2017, la première version du projet de circulaire Solvabilité basée sur les risques (ACAPS (2017)) a été communiquée au secteur d'assurance et de réassurance pour consultation.

L'ACAPS entreprend la première phase de consultation à partir du mois de novembre 2017. Cette phase s'étend sur tout le mois de novembre. En décembre de la même année, elle met à jour le premier chapitre du pilier I. Une deuxième mise à jour de ce même chapitre sera faite en avril 2018. Le second pilier a été mise à jour en février 2019. Une première étude d'impacts quantitatifs (EIQ) a été lancée en mai 2018 dont les résultats sont remis à l'Autorité dans le mois de novembre 2018.

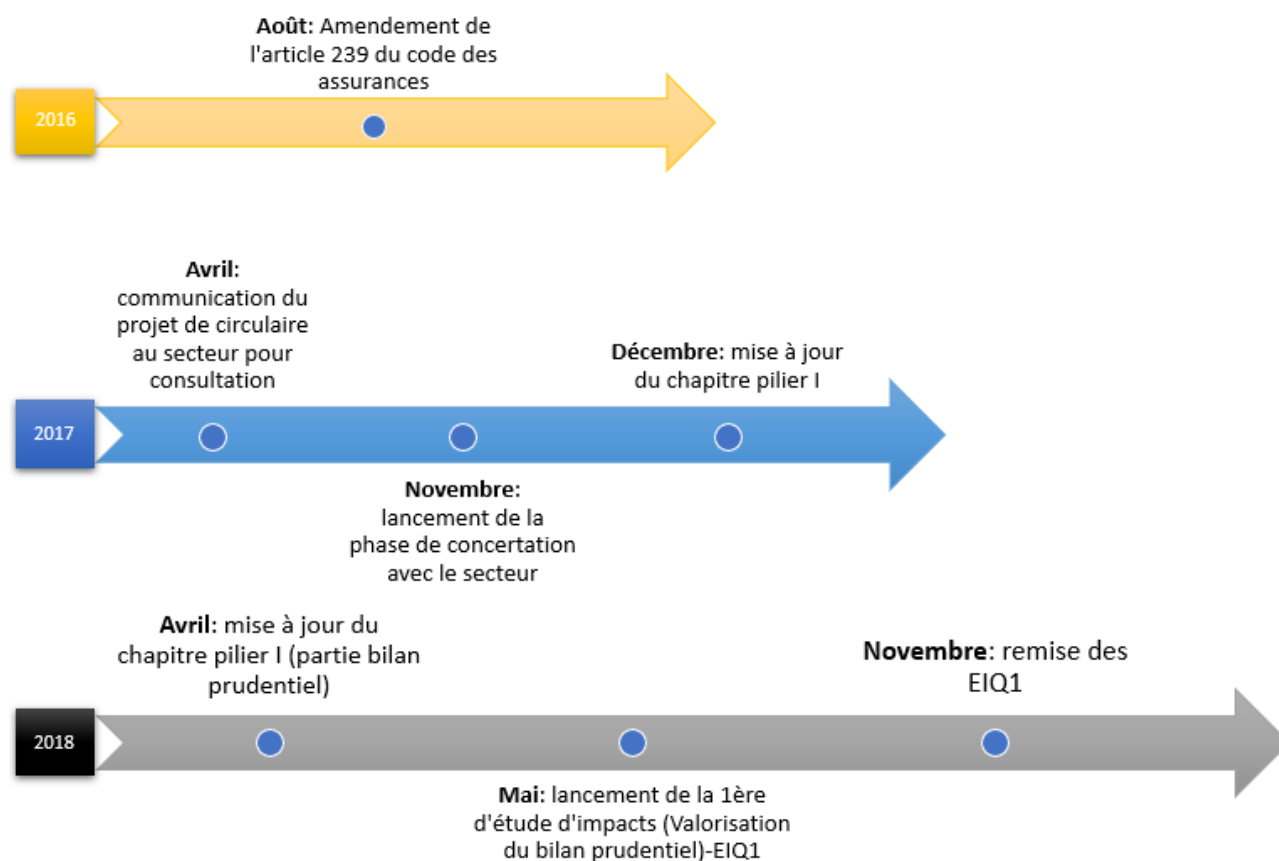


FIGURE 2.3 – Chonogramme des activités de SBR

2.2.3 La première étude d'impacts quantitatifs

Comme nous le disions plus haut l'ACAPS, après concertation avec la FMSAR, a lancé une première phase de l'étude d'impacts quantitatifs (EIQ1) en mai 2018. Les compagnies d'assurance et de réassurance devront transmettre les états à l'ACAPS au plus tard le 30 septembre 2018. Cette étude avait essentiellement deux objectifs :

- établir le bilan prudentiel valorisé (hors marge de risque) selon les dispositions des sections 1 à 4 du chapitre 1 du Projet de circulaire dans sa version du 25 avril 2018 et
- collecter les données nécessaires au calibrage des paramètres de calcul du capital de solvabilité requis visé à l'article 5 du chapitre 1 du même Projet de circulaire.

Il faut noter qu'un certain nombre d'états a été mis à la disposition des compagnies par l'ACAPS. Ces états devraient être renseignés et retournés à l'Autorité avant le 30 septembre 2018. Cependant une demande de report a été faite par les acteurs et accordée par l'ACAPS.

On note dans les enseignements ([ACAPS \(2019b\)](#)) de cette étude que toutes les entreprises d'assurance et de réassurance concernées y ont participé. En revanche l'ACAPS déplore la qualité des données fournies notamment dans le caractère approprié de celle-ci, dans leur exhaustivité et des résultats ainsi que l'exactitude de ces dernières. Ce qui a induit un certain nombre d'ajustement par l'Autorité.

Les résultats montrent globalement une légère augmentation (+1 %) des provisions techniques prudentielles. Les provisions des opérations vie et la gestion spéciale des rentes ont augmenté de 12,1 % tandis que celles des opérations non-vie ont diminué de 15,9 %.

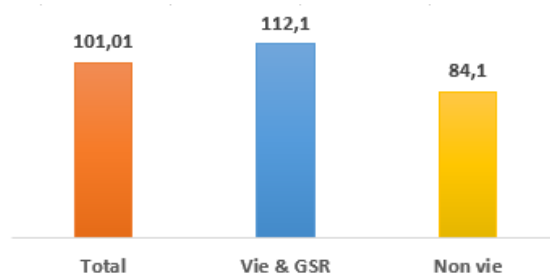


FIGURE 2.4 – Provisions techniques prudentielles brutes sur les provisions comptables

Les fonds propres enregistrent une augmentation globale de 10 %. Ceci est le résultat d'une augmentation des fonds propres de catégorie 1 (+9 %) et des fonds propres de catégorie 2 (+11 %).

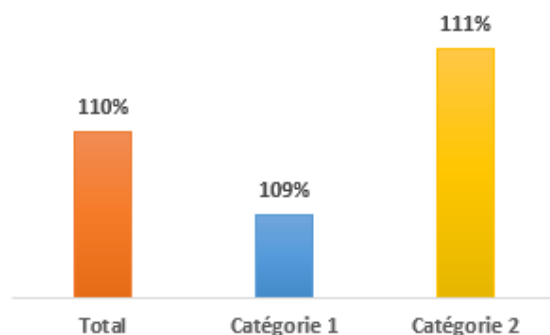


FIGURE 2.5 – Fonds propres SBR sur les fonds propres règlementaires actuels

Quant à ce qui concerne les placements, l'étude révèle qu'une plus-value de près de 21,2 % a été dégagée. Cette performance est due essentiellement aux postes des « placements affectés » (+21,8 %) et « immobilisations financières » (+20,2 %).

Au moment où nous rédigeons ce mémoire, certains points sont en cours de traitement pour la stabilisation de la partie « valorisation du bilan prudentiel ». Il s'agit de la frontière entre frais récurrents et non récurrents, la formule de calcul des bénéfices discrétionnaires futurs, la frontière des contrats en non-vie, ...

2.2.4 Les perspectives

On note qu'une prochaine étude prendra en compte les insuffisances relevées au cours de cette première étude.

En effet le choix de la méthode de provisionnement en non-vie a eu un fort impact sur les provisions. Ces méthodes n'avaient pas été validées par les contrôleurs des compagnies. Ainsi une étape de validation par les contrôleurs sera-t-elle ajoutée lors de la deuxième étude d'impacts quantitatifs (EIQ2). Le chronogramme de l'année 2019 a été établi au cours de la réunion de vulgarisation des résultats de cette première étude.

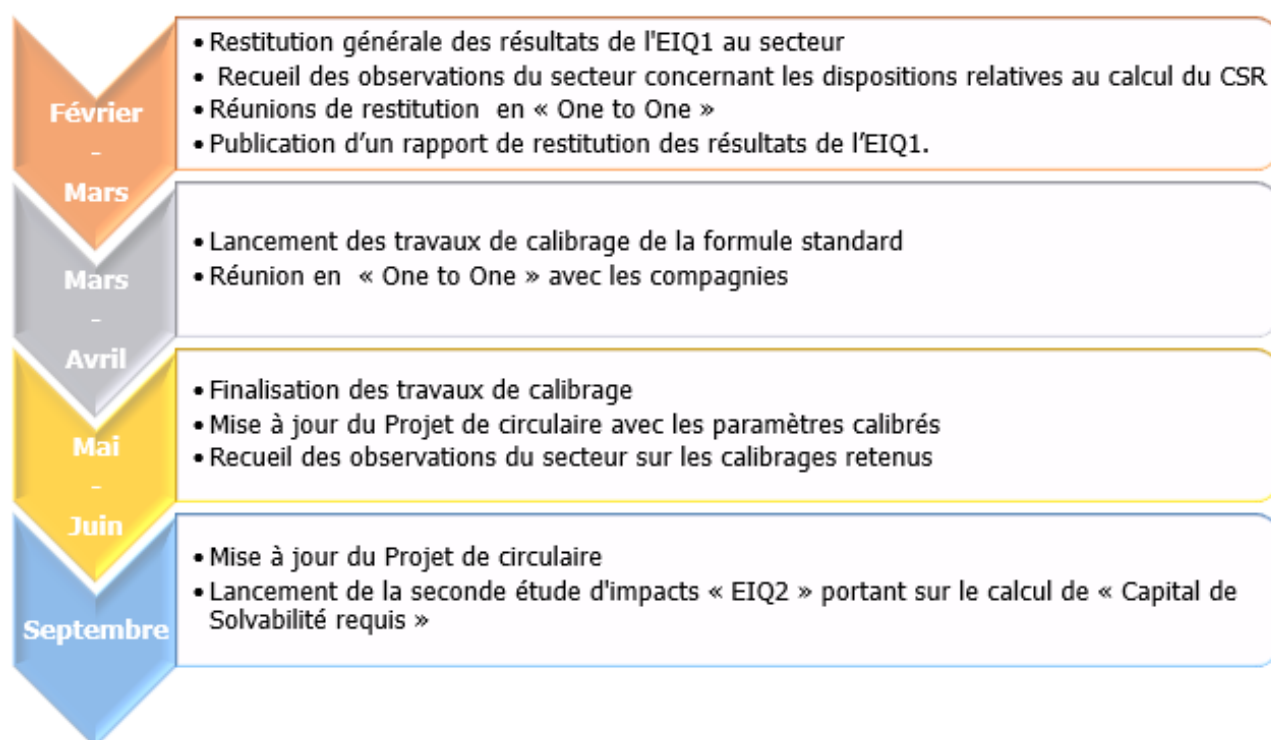


FIGURE 2.6 – Calendrier 2019

2.3 Les principes et les piliers de Solvabilité basée sur les risques

Le principe de SBR est presque le même que celui de Solvabilité II ou de SST.

En effet, la valorisation des provisions techniques prudentielles se fait suivant une vision « *best estimate* ». Ces provisions sont calculées en actualisant et en probabilisant les flux pour tenir compte de la valeur du temps ainsi que du risque. La courbe des taux utilisée pour l'actualisation de ces flux est celle des taux actuariels des bons de Trésor publiée par Bank Al Maghrib (la banque centrale marocaine). Le principe de construction de cette courbe sera détaillé au premier chapitre dans la deuxième partie de ce mémoire (sous-section 3.6.1 page 63). Une marge de risque est ajoutée à cette meilleure estimation pour garantir un montant qui permettra aux assureurs d'honorer leur engagement.

Les actifs et les autres passifs sont valorisés à leur valeurs économiques. Les impôts différés seront considérés comme passif ou actif en fonction de la valeur économique et de la valeur comptable des fonds propres.

La norme Solvabilité basée sur les risques est organisée en trois piliers. Le premier c'est le pilier quantitatif, le second présente l'aspect qualitatif et le troisième décrit l'ensemble des critères de transparence c'est-à-dire la communication et l'information.

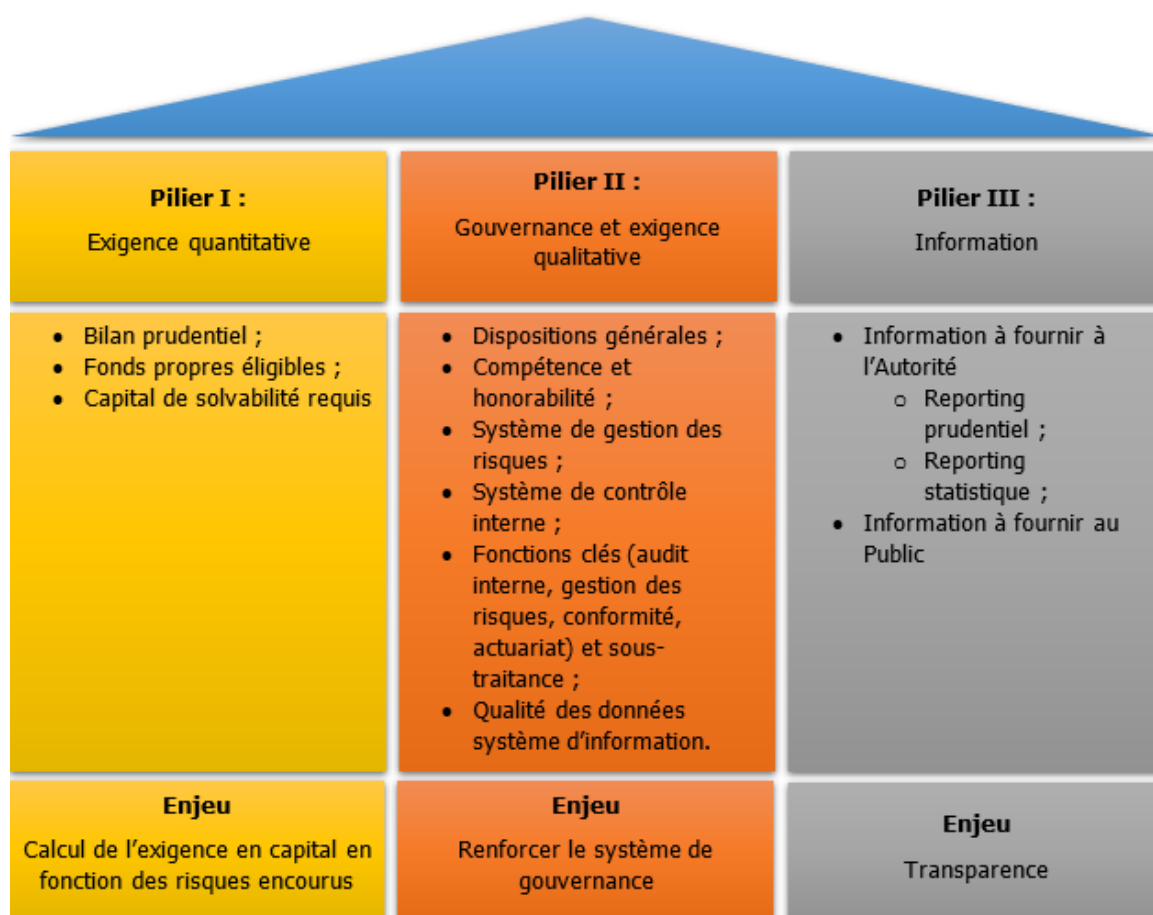


FIGURE 2.7 – Structure des trois piliers SBR

2.3.1 Le premier pilier

Le premier pilier regroupe les exigences quantitatives. Ce premier pilier définit le montant minimum de la marge de solvabilité et les éléments constitutifs désignés respectivement par « Capital de Solvabilité Requis » et « Fonds propres » ([ACAPS \(2017\)](#)). Il définit également les règles de calcul des provisions techniques prudentielles, le passif hors provisions techniques prudentielles ainsi que les actifs du bilan prudentiel.

► Actifs du bilan prudentiel et les passifs hors provisions techniques

Les actifs du bilan prudentiel sont valorisés en leur valeur économique. En effet, les actions sont valorisées à leur dernier cours coté avant la date d'inventaire. Les titres, quant à eux, sont valorisés à leur valeur liquidative ou leur dernière valeur avant la date d'inventaire ou encore leur valeur de marché. Quelques postes gardent leur valeur comptable : les capitaux propres et assimilés, les écarts de conversion ...

► Les provisions techniques prudentielles

Définition 2.3.1: Les provisions techniques prudentielles

Les provisions techniques prudentielles sont évaluées en additionnant « une meilleure estimation des engagements », « une meilleure estimation des frais de gestion » et « une marge de risque » ; Article 12 du Projet de circulaire de Solvabilité basée sur les risques ([ACAPS \(2017\)](#)).

La valorisation de ces provisions se fait par catégories d'activité à savoir :

- les opérations d'assurance vie, décès ou de capitalisation ;
- les rentes découlant des opérations non-vie ;
- les opérations d'assurance non-vie hors rente ;
- les opérations de réassurance

$$PT = BE_{eng} + BE_{frais} + RM$$

où :

- BE_{eng} est la meilleure estimation des engagements
- BE_{frais} est la meilleure estimation des frais de gestion
- RM est la marge de risque

La meilleure estimation des engagements est la valeur actuelle probable des flux des engagements pris par l'assureur ou le réassureur.

La meilleure estimation des frais de gestion correspond à la valeur actuelle probable des flux des frais de gestion des contrats.

La marge de risque représente le coût de capital et est déterminée suivant la nature des opérations d'assurance et de réassurance. Elle constitue ainsi une marge de prudence dans l'estimation des provisions techniques.

► La marge de solvabilité : le capital de solvabilité requis

Le capital de solvabilité requis est le minimum de la marge de solvabilité. Il correspond au capital minimum destiné à faire face aux risques de l'exploitation propres au caractère aléatoire des opérations d'assurance et de réassurance. En deçà de ce montant l'Autorité peut soit contraindre la compagnie d'assurance et de réassurance à un plan de redressement ou lui retirer carrément l'agrément.

Le capital de solvabilité requis mesure les pertes inattendues que supporterait la compagnie en cas de situation adverse. Il se calcule par module de risques. On distingue six modules de risques qui sont :

- le risque de marché,
- le risque de contrepartie,
- le risque de concentration,
- le risque de souscription en vie,
- le risque de souscription en non-vie et
- le risque opérationnel

dont la cartographie est donnée par la figure 2.8.

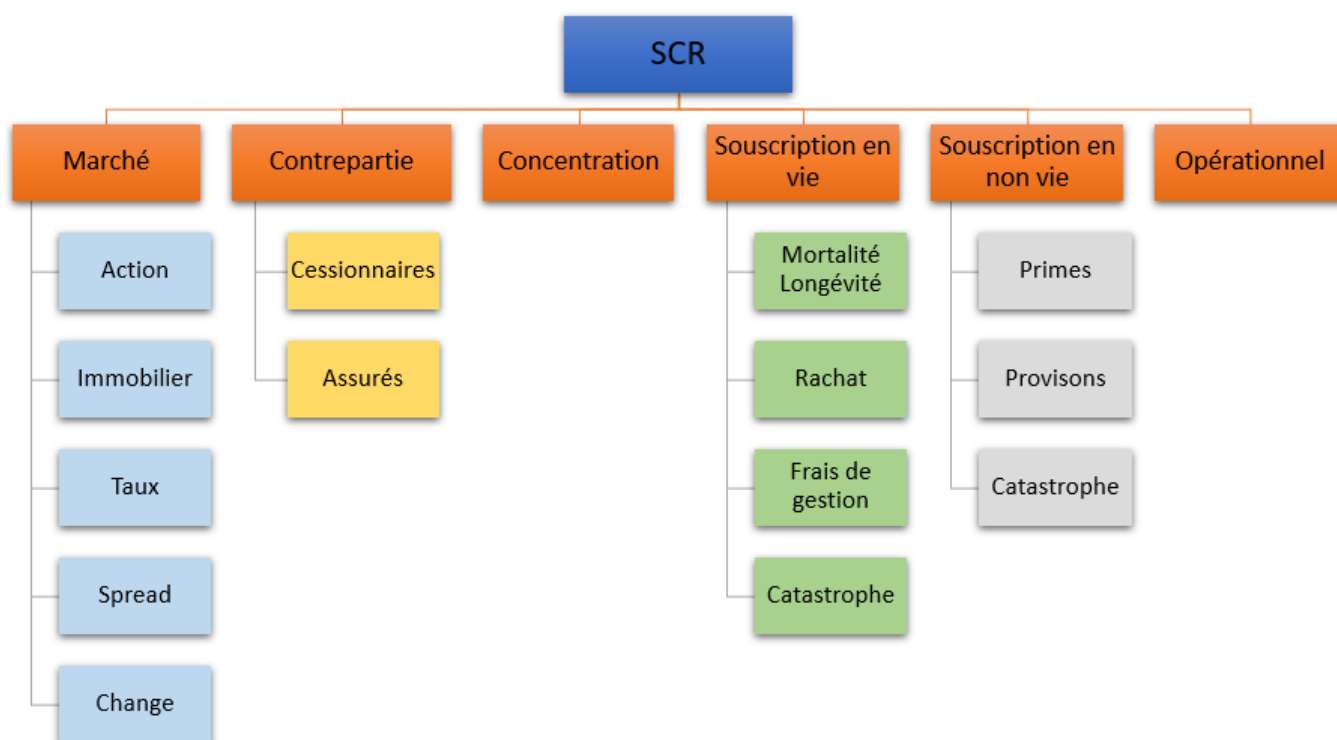


FIGURE 2.8 – Agrégation des risques sous Solvabilité basée sur les risques

Nous reviendrons en détail sur la méthode de calcul au chapitre premier de la deuxième partie (section 3.6.2 page 68) de ce mémoire.

2.3.2 Le deuxième pilier

Alors que le pilier 1 définit les exigences quantitatives, le second pilier regroupe l'aspect qualitatif de la nouvelle norme. Il rassemble les éléments du système de gouvernance, des fonctions clés, de la sous-traitance et de l'aspect groupe.

En ce qui concerne le système de gouvernance, l'entreprise d'assurance et de réassurance doit disposer d'« *un système de gouvernance qui tient compte de la nature, du volume et de la complexité de ses activités ainsi que les risques y afférents. Ce système doit être efficace et doit garantir une gestion saine et transparente de l'entreprise* » (cf. art. 69 de [ACAPS \(2017\)](#)). Cette dernière doit non seulement disposer d'un système d'informations efficace mais également doit être capable de produire des données fiables et de bonne qualité. Le contrôle interne doit être renforcé et une bonne politique de gestion des risques mise au point. Ce premier point du second pilier exige que les dirigeants de la compagnie d'assurance et de réassurance doivent faire preuve de compétence et d'honorabilité dans leur prise de décision.

Pour assurer la bonne marche de l'entreprise, le système de gouvernance doit comporter *a minima* quatre fonctions clés. Il s'agit de la fonction de la gestion des risques, la fonction d'audit interne, la fonction actuarielle et la fonction de vérification de la conformité. Ces fonctions doivent être indépendantes, loyales et objectives et ne doivent en aucun cas être soumises à l'influence de l'équipe dirigeante de l'entreprise.

Il appartient aux entreprises d'assurance et de réassurance de prendre les dispositions nécessaires

pour que celles à qui elles sous-traitent (ou envisagent à sous-traiter) des fonctions ou activités opérationnelles respectent les dispositions réglementaires.

Certaines entreprises d'assurance et de réassurance ont des filiales ou sont un groupe d'entreprises. Celles là, devraient compléter leur dispositif de gouvernance en tenant compte de la complexité et de la structure des liens avec les filiales ou les entreprises constituant le groupe. Leur responsabilité devrait viser à :

- définir, mesurer, suivre, gérer, déclarer les transactions entre l'entreprise et ses filiales ;
- détecter l'existence des domaines de conflits d'intérêts ;
- déceler, mesurer, suivre, gérer et déclarer les risques auxquels l'entreprise et ses filiales sont ou pourraient être exposés ainsi que les concentrations des risques importantes.

2.3.3 Le troisième pilier

Le troisième pilier décrit les exigences en terme de transparence envers l'Autorité et le public. Les entreprises d'assurance et de réassurance doivent, régulièrement mais aussi périodiquement, communiquer sur leur « santé ». Ceci passe par la production régulière et à bonne date d'informations prudentielles et de contrôle ainsi que des informations statistiques à l'Autorité. L'entreprise devra produire également des informations à l'endroit des assurés et du public en général.

Nous avons dit plus haut que Solvabilité II et Suisse solvency test constituaient un état de l'art pour Solvabilité basée sur les risques. Nous nous proposons, dans la partie suivante, de porter un regard comparatif sur les exigences de capital de la nouvelle norme marocaine avec la norme Solvabilité II. Nous ressortirons donc les points communs et les dissemblances de ces deux normes.

Deuxième partie

Comparaison de la norme Solvabilité 2 et de la norme Solvabilité basée sur les risques

Introduction

Solvabilité basée sur les risques et Solvabilité II sont toutes deux des normes prudentielles basées sur les mêmes principes. Les actifs et les passifs hors provisions techniques sont valorisés à leur valeur économique. Les provisions techniques sont valorisées dans une vision « *best estimate* ». Elles préconisent qu'un système de gouvernance efficace soit établi et que les compagnies d'assurance et de réassurance communiquent régulièrement à l'Autorité et au public.

L'objectif de cette partie est de présenter une étude détaillée du premier pilier de ces deux normes en relevant les points communs et les dissemblances.

Le premier chapitre est consacré au bilan prudentiel. Nous y étudierons les actifs et les passifs, les règles de calcul des provisions techniques prudentielles ainsi que les règles de contrôle de la valorisation pour ces deux normes.

Le chapitre 2 quant à lui traitera les exigences en capital. Pour chaque module de risque, nous comparerons le calcul des exigences ainsi que les méthodes d'agrégation des risques.

Valorisation du bilan prudentiel

Le bilan d'une entreprise est un tableau qui décrit la situation financière d'une entreprise. Dans ce chapitre, il s'agit de comparer la valorisation du bilan prudentiel de la norme Solvabilité basée sur les risques et la directive Solvabilité II. Nous parlerons donc de la valorisation du passif et de l'actif pour les deux normes.

L'essentiel de ce chapitre

- ✓ Les deux normes valorisent le bilan prudentiel en supposant une continuité d'exploitation de l'entreprise ;
- ✓ Les actifs sont valorisés à leurs valeurs de marché et les passifs aux montants pour lesquels ils pourraient être échangés ;
- ✓ Les deux normes insistent sur la notion de recouvrabilité des impôts différés actifs en invitant l'entreprise à justifier sa capacité à absorber les crédits d'impôt par les bénéfices futurs imposables ;
- ✓ Les fonds propres sont de deux types (**les fonds propres de base et les fonds propres auxiliaires**) pour Solvabilité II pendant qu'il y en a qu'un seul pour Solvabilité basée sur les risques ;
- ✓ Ces fonds propres sont classifiés en 3 niveaux pour **SII (Tier 1, Tier 2 et Tier 3)** alors que ils sont de deux catégories pour **SBR (les fonds propres de catégorie 1 et les fonds propres de catégorie 2)** ;
- ✓ Les provisions techniques prennent en compte les risques auxquels sont soumis les entreprises ;
- ✓ Les provisions techniques **SII** sont valorisées en leur **meilleure estimation** à laquelle on ajoute une **marge de risque**. Les flux contiennent les frais de gestion. Pour **SBR** elles sont égales à la somme de **la meilleure estimation des engagements, la meilleure estimation des frais de gestion et d'une marge de risque**. Les frais de gestion sont traités séparément ;
- ✓ Contrairement à SII, la marge de risque SBR est calculée selon la nature du risque. Ainsi on a, pour SBR, 4 marges de risque suivant les opérations vie, non vie, la gestion spéciale des rentes et les opérations de réassurance ;
- ✓ La marge de risque SII est le produit du **coût de capital** par la **valeur actuelle des SCRs futurs**. Tandis que pour SBR, **selon la nature du risque**, elle est égale à une application d'un **taux** au produit de la **meilleure estimation** et de la **duration** des engagements ;

- ✓ La segmentation SII pour le calcul des provisions techniques correspond aux groupes de risque homogènes, à défaut aux lignes d'activités tandis qu'en SBR elle correspond aux catégories (segmentation comptable) d'opérations d'assurance et de réassurance ;
- ✓ La courbe des taux sans risque SII est construite par l'EIOPA à partir des swaps de taux d'intérêt alors qu'elle est construite à partir des taux actuariels des bons de trésor publiés par Bank Al Maghrib, la banque centrale marocaine ; la méthode de Smith-Wilson est retenue par les deux normes ;
- ✓ Il n'est pas prévu un ajustement de la courbe des taux sans risque dans le Projet de circulaire SBR ;
- ✓ Pour les engagements en cas de vie et les engagements en cas de décès, SBR a prévu respectivement les tables **TV88-90** et les tables **TD88-90**. Cependant ces tables ont été remplacées, dans le cadre de la norme SII, par les tables **TH00-02** et **TF00-02** pour toutes opérations sauf les rentes. Les tables générationnelles **TGH05** et **TGF05** sont utilisées pour les rentes viagères ;
- ✓ Il n'existe pas de loi d'incapacité ni d'invalidité au Maroc, un taux de sortie en rente par groupe homogène de contrats pour tenir compte des risques d'incapacité et d'invalidité est déterminé ;
- ✓ Il n'existe que la **participation aux bénéfices discrétionnaires futurs** pour la norme SBR alors qu'en plus de ces bénéfices discrétionnaires futurs il existe deux autres pour SII : la **participation aux bénéfices règlementaire** et la **participation aux bénéfices contractuelle** ;
- ✓ SBR ne prend pas en compte les taux de recouvrement dans l'ajustement pour défaut de contrepartie. Alors que ce taux est au moins égal à 50 % des montants recouvrables sauf s'il y existe une base fiable pour une autre évaluation dans le cadre de SII. En plus les probabilités de défaut et les formules de calcul sont différentes.

3.1 Généralités

La structure du bilan prudentiel est la même qu'il s'agisse de Solvabilité basée sur les risques ou de Solvabilité II. Le passif est constitué des fonds propres, des provisions techniques prudentielles et des passifs hors provisions techniques prudentielles. On retrouve les immobilisations, les placements et les autres actifs au niveau de l'actif. Le bilan se présente en général comme la figure 3.1 suivante :

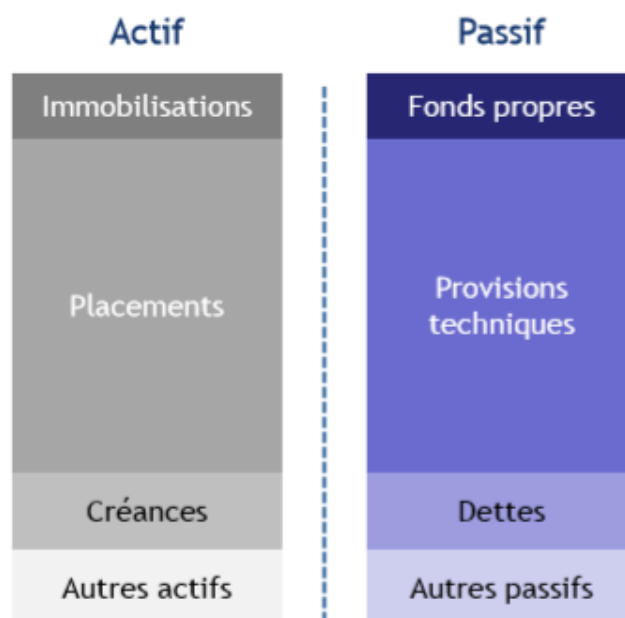


FIGURE 3.1 – Structure du bilan prudentiel

Alors nous nous posons la question : *le bilan est-il valorisé de la même façon pour toutes les deux normes ?*

Les hypothèses de valorisation sont presque identiques. En effet :

Solvabilité basée sur les risques	Solvabilité II
« La valorisation des rubriques du bilan prudentiel est établie par l'entreprise d'assurance et de réassurance dans la perspective d'une poursuite normale de ses activités. »	« Les entreprises d'assurance et de réassurance valorisent leurs actifs et leurs passifs en se fondant sur l'hypothèse d'une continuité d'exploitation de l'entreprise. »
cf. article 5 du Projet de circulaire de l'ACAPS (2017).	cf. Article 7 du Règlement Délégué (UE) du Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne (2014).

Notons que Solvabilité II ne donne pas de précisions sur la valorisation des détails sur l'actif et le passif. Elle laisse à l'entreprise le choix de ses méthodes tout en respectant les dispositions réglementaires. On note d'ailleurs dans le Règlement Délégué en son article 9 que :

[...] les entreprises d'assurance et de réassurance peuvent comptabiliser et valoriser un actif ou un passif en se fondant sur la méthode de valorisation qu'elles utilisent pour l'élaboration de leurs états financiers annuels ou consolidés, à condition que :

- *la méthode de valorisation soit conforme à l'article 75 de la directive 2009/138/CE ;*
- *la méthode de valorisation soit proportionnée à la nature, à l'ampleur et à la complexité des risques inhérents à l'activité de l'entreprise ;*
- *l'entreprise ne valorise pas cet actif ou ce passif conformément aux normes comptables internationales adoptées par la Commission en vertu du règlement (CE) n° 1606/2002 dans ses états financiers ;*
- *la valorisation des actifs et des passifs conformément aux normes comptables internationales imposerait à l'entreprise des coûts disproportionnés par rapport au montant total de ses charges administratives. [...]*

Toutefois Solvabilité II donne des orientations globales sur la valorisation du bilan prudentiel. Elle précise que les actifs et les passifs sont valorisés soit aux valeurs de marché des mêmes actifs et mêmes passifs soit aux valeurs d'actifs ou passifs similaires (au cas où les prix cotés pour les mêmes actifs ou même passifs ne peuvent être utilisés. Dans ce cas un ajustement est nécessaire).

Au cas contraire l'entreprise d'assurance et de réassurance pourra se baser sur des méthodes alternatives pour valoriser leurs actifs et leurs passifs. Il s'agit d'adopter une approche de marché, une approche par revenus ou une approche par les coûts (éventuellement les coûts de remplacement actuel). Les seuls actifs qui sont valorisés à zéro sont le goodwill et les immobilisations corporelles.

Cependant Solvabilité basée sur les risques spécifie, dans son Projet de circulaire, les méthodes de valorisation de chaque type d'actifs et de passifs. Pendant que Solvabilité II exclut les méthodes de valorisation comptables, il existe des postes dans le bilan prudentiel marocain qui sont valorisés à leur valeur comptable.

3.2 L'actif du bilan prudentiel marocain

Le tableau 3.1 ci-dessous présente la valorisation des différents types d'actifs du bilan prudentiel SBR. Elle est fixée par l'article 7 du Projet de circulaire SBR ([ACAPS \(2017\)](#)).

Types d'actifs	Valorisation
Valorisation des actions et titres OPC	
Actions cotées bourse de Casablanca	dernière valeur cotée
Les titres OPCVM et OPCI	dernière valeur liquidative
Les titres OPCC et FPCT	dernière valeur connue
Valorisation des bons et obligations	
TCN, obligation et bons	méthode alternative ¹
Valorisation des actifs immobiliers	
Actifs immobiliers hors OPCI	valeur d'expertise au moins une fois tous les 5 ans (à défaut valeur comptable)
Valorisation des Immobilisations hors actifs immobiliers	
Immobilisations corporelles	valeur comptable
Autres créances	valeur comptable
Immobilisations en non valeur	valeur nulle
Immobilisations incorporelle	valeur nulle
Ecarts de conversion - actif(actif circulant)	valeur nulle
Valorisation des autres actifs et autres créances financières	
Autres actif non cité plus haut	Valeur à dire d'expert (à défaut valeur comptable)

TABLE 3.1 – Valorisation des actifs SBR

3.3 Le passif du bilan prudentiel marocain hors provisions techniques

Comme pour les actifs, Solvabilité basée sur les risques détaille les passifs et ces derniers sont valorisés à leur valeur comptable sauf les emprunts obligataires qui sont évalués comme les titres de créances négociables (méthode alternative ¹).

1. Il s'agit d'une valorisation par valeur de marché obtenue par le biais d'un modèle d'évaluation des flux futurs actualisés communément admis sur la base de la courbe des taux de référence publiée quotidiennement par Bank Al-Maghrib.

Types de passifs	Valorisation
Capitaux propres	valeur comptable
Capitaux propres assimilés	valeur comptable
Emprunts obligataires	méthode alternative
Dettes de financement autres que les emprunts obligataires	valeur comptable
Provisions durables pour risques et charges	valeur comptable
Dette pour espèces remises par cessionnaires	valeur comptable
Dettes de passifs circulant	valeur comptable
Autres provisions pour risques et charge	valeur comptable
Ecarts de conversion - passif	méthode alternative
Ecarts de conversion - passif (actif circulant)	valeur comptable ¹

TABLE 3.2 – Valorisation des passifs SBR

3.4 Les impôts différés

Qu'il s'agisse de SII ou de SBR, les deux normes prennent en compte l'écart entre le bilan prudentiel et le bilan fiscal. Ainsi lorsque cet écart se traduit par :

- une « richesse » non prise en compte dans le bilan fiscal, on parle d'impôts différés passifs
- un « déficit » non pris en compte dans le bilan fiscal, on parle d'impôts différés actifs.

SII insiste sur la notion de recouvrabilité des impôts différés actifs. L'entreprise d'assurance et de réassurance devra justifier sa capacité à recouvrer ces impôts et montrer sa capacité à absorber les crédits d'impôts par ses bénéfices futurs imposables.

De même pour SBR, « la différence entre les impôts différés actifs et les impôts différés passifs peut être strictement positive seulement lorsque l'entreprise d'assurance et de réassurance justifie que la différence susvisée pourra être imputée sur des bénéfices futurs imposables » (cf. art. 7 du [ACAPS \(2017\)](#)).

1. lorsque ceux-ci se rapportent à des éléments de passifs non retenus à leur valeur comptable

Solvabilité basée sur les risques	Solvabilité II
- Impôts différés passifs (IDP) $IDP = t_{imp} \times \left\{ \max\{0, AP - AC\} + \max\{0, PC - PP\} \right\}$ - Impôts différés actifs (IDA) $IDA = t_{imp} \times \left\{ \max\{0, AC - AP\} + \max\{0, PP - PC\} + DF_r \right\}$	La démarche à suivre pour le calcul des impôts différés est : - Calculer l'écart poste à poste entre le bilan prudentiel et le bilan fiscal - Impôts différés passifs $IDP = \sum_i t_i \times \max\{0, AP_i - AC_i\} + \sum_j t_j \max\{0, PC_i - PP_i\}$ - Prendre en compte les reports déficitaires et les crédits d'impôt - Impôts différés actifs $IDA = \sum_i t_i \times \max\{0, AC_i - AP_i\} + \sum_j t_j \max\{0, PP_i - PC_i\}$
où : t_{imp} est le taux de l'impôt sur les sociétés applicables aux entreprises d'assurance et de réassurance en vigueur AC et PC sont respectivement les valeurs attribuées aux actifs et aux passifs telles qu'elles ressortent du bilan comptable AP et PP sont respectivement les valeurs attribuées aux actifs et aux passifs valorisés conformément au bilan prudentiel DF_r représente la valeur des déficits fiscaux reportables t_i et t_j est un taux d'imposition d'un actif i ou d'un passif j.	

TABLE 3.3 – Valorisation des impôts différés SBR et SII

3.5 Les Fonds propres

Définition 3.5.1: fonds propres selon La rédaction JDN (2019)

Les fonds propres désignent les capitaux dont dispose une entreprise. Ils sont soit constitués des apports des investisseurs (actionnaires), soit générés par l'activité économique.

Les entreprises d'assurance et de réassurance en disposent également. Les normes auxquelles elles sont soumises fixent les dispositions de détermination de ces fonds propres. On note que la norme Solvabilité II (SII) dispose de deux niveaux de fonds propres. Le premier sont les types que ne dispose pas SBR. Le second niveau est la classification par catégorie de fonds propres. Il existe trois (3) catégories de fonds propres sous SII alors que SBR ne dispose que de deux (2).

3.5.1 Les types de fonds propres

Dans SII, les fonds propres correspondent à la somme de :

- **fonds propres de base** : ils correspondent à l'excédent entre les actifs en valeur de marché (placements, et provisions de réassurance, autres actifs) et les passifs (provisions techniques SII et autres dettes) et les passifs subordonnés. Aux excédents des actifs sur les passifs, on soustrait le montant de ses propres actions que l'entreprise d'assurance et de réassurance possède.
- **fonds propres auxiliaires** : ils sont constitués d'éléments, autres que les fonds propres de base, qui peuvent être appelés pour absorber des pertes. Ils peuvent inclure la partie du capital social non versée, les fonds initiaux non encore appelés, les lettres de crédit et garantie, ...

Remarque 3.5.1: cf. art. 89, § 2 du [Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2009\)](#)

Lorsqu'un élément des fonds propres auxiliaires a été payé ou appelé, il est assimilé à un actif et cesse de faire partie des fonds propres auxiliaires.

SBR ne définit pas les types de fonds propres comme définis dans SII. Néanmoins elle les classe en deux catégories selon leur niveau de qualité pendant que SII en a trois.

3.5.2 Classification des fonds propres

Suivant leur qualité, les fonds propres sont regroupés en des classes. Les critères de classification sont :

- la subordination
- la capacité d'absorption des pertes
- la permanence
- la perpétuité
- l'absence de charges financières

Dans SBR on distingue :

- les **fonds propres de catégorie 1** et
- les **fonds propres de catégorie 2**

La constitution de ces éléments est donnée par le tableau 3.4 suivant :

fonds propres de catégorie 1	fonds propres de catégorie 2
(+) Capital social appelé et versé (+) Fonds d'établissement (+) Emprunt pour augmentation de fonds d'établissement (+) Primes d'émission, de fusion, d'apport (+) Écart de réévaluation (+) Réserve légale (+) Autre réserve non liée aux engagements (+) Report à nouveau (+) Fonds social complémentaire (+) Résultat net en instance d'affectation (+) Résultat net de l'exercice (+) Dettes subordonnées lorsque celles-ci sont à durée indéterminée ¹	(+) Réserve de réconciliation si positive (+) Capitaux appelés non versés (+) Dettes subordonnées lorsque celles-ci sont à durée déterminée supérieure ou égale à 5 ans ³
(-) Montant de la valeur de ses propres actions que détient l'entreprise d'assurance et de réassurance (-) Réserve de réconciliation si négative (-) Participations de l'entreprise d'assurance et de réassurance sous certaines conditions ²	

TABLE 3.4 – Classification des fonds propres selon SBR

SII regroupe les fonds propres en trois catégories. On parle de « Tier 1 », « Tier 2 » et « Tier 3 ».

- Les fonds propres de premier niveau (Tier 1) sont constitués de fonds propres de base disponibles ou pouvant être appelés sur demande ;
- Les fonds propres du deuxième niveau (Tier 2) correspondent aux fonds propres de base subordonnés et aux fonds propres auxiliaires avec une disponibilité permanente ;
- Le dernier niveau des fonds propres (Tier 3) comprend à tous les éléments qui ne sont pas dans les deux premiers.

La liste des éléments de ces fonds par niveau est fournie dans le tableau 3.5 ci-dessous.

La réserve de réconciliation se définit dans SBR comme étant juste l'excédent des actifs par rapport aux passifs tandis que, dans SII, cet excédent est diminué des éléments suivants :

- montant de ses propres actions que détient l'entreprise d'assurance ou de réassurance ;
- les dividendes, distributions et charges prévisibles ;
- les éléments de fonds propres de niveau 1, fonds propres de base de niveau 2 et fonds propres de base de niveau 3 sauf la réserve de réconciliation et les passifs subordonnés libérés ;

3. ne sont pas financées directement ou indirectement par l'entreprise d'assurances et de réassurance ou rémunérées sur les bénéfices distribuables de ladite entreprise et ne font l'objet d'aucun dispositif de rehaussement du rang de subordination des créances

2. Ces conditions sont en cours de définition

- le montant des participations détenues dans des établissements de crédit et des établissements financiers ;
- les autres éléments de fonds propres de base approuvés par l'autorité.

Tier 1	Tier 2	Tier 3
• capital en actions ordinaires libéré et le compte de primes d'émission lié • fonds initial libéré • comptes mutualistes subordonnés et libérés • fonds excédentaires qui ne sont pas considérés comme des engagements d'assurance et de réassurance • actions privilégiées libérées et le compte de primes d'émission lié • réserve de réconciliation • passifs subordonnés libérés	• capital en actions ordinaires et le compte de primes d'émission lié ; • fonds initial libéré • comptes mutualistes subordonnés • actions privilégiées et le compte de primes d'émission lié ; • passifs subordonnés • capital en actions ordinaires non libéré et non appelé, et callable sur demande ; • fonds initial non libéré et non appelé, et callable sur demande • actions privilégiées non libérées et non appelées, et callables sur demande ; • engagement juridiquement contraignant • lettres de crédit et les garanties • autres engagements juridiquement contraignants	• comptes mutualistes subordonnés • actions privilégiées et le compte de primes d'émission lié • actifs d'impôts différés nets • passifs subordonnés • fonds propres auxiliaires approuvés non pris en compte dans le Tier 2

TABLE 3.5 – Classification des fonds propres selon SII

3.5.3 Les règles d'éligibilité des fonds propres aux exigences de capital

La classification des fonds propres permet de déterminer le montant des fonds propres qui permettra de couvrir les exigences en capital.

► Solvabilité II

Le montant des fonds propres éligible pour couvrir le SCR est égal à la somme du montant des éléments de niveau 1, du montant éligible des éléments de niveau 2 et du montant éligible des éléments de niveau 3 ([Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2009\)](#)).

Pour couvrir le SCR, le Tier 1 doit représenter au moins la moitié du SCR. Ce qui signifie que le Tier 2 et le Tier 3 doivent représenter moins de la moitié du capital de solvabilité requis (SCR). Le

Tier 3 doit correspondre à moins de 15 % du SCR.

Le montant nécessaire pour la couverture du minimum de capital requis (MCR) correspond à la somme du montant des fonds propres du niveau 1 et le montant des fonds propres de base classés au niveau 2.

Les éléments du Tier 3 ne sont pas éligibles à la couverture du MCR. Le Tier 2 doit représenter moins de 20 % du MCR.

► Solvabilité basée sur les risques

Les fonds propres ne doivent en aucun cas être inférieurs au capital de solvabilité requis majoré, le cas échéant, par l'exigence de capital supplémentaire ([ACAPS \(2017\)](#)).

Les fonds propres de catégorie 1 doivent représenter au moins 70% du SCR.

3.6 Les provisions techniques prudentielles

Les provisions techniques prudentielles sont, pour les deux normes, des provisions qui prennent en compte les risques auxquels les entreprises d'assurance et de réassurance sont soumises. Inscrites au passif des entreprises d'assurance et de réassurance, ces provisions, correspondent soit aux charges à prévoir pour faire face à une sinistralité à venir soit une anticipation des prestations futures auxquelles l'assureur devra faire face (*cf.* [TANKOANO \(2011\)](#)). Mais comment sont-elles valorisées ?

3.6.1 Généralités

Le principe de valorisation, globalement, des provisions techniques prudentielles est le même pour SBR et SII. Mais les lignes d'activité et la courbe des taux sont différentes.

► Principe de valorisation

Principe de valorisation SII	Principe de valorisation SBR
• La valeur des provisions techniques est égale à la somme de la meilleure estimation (BE) et de la marge de risque (RM) • La meilleure estimation correspond à la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs, compte tenu de la valeur temporelle de l'argent (valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs), estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinents • La meilleure estimation est calculée brute, sans déduction des créances découlant des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation • La marge de risque est calculée de manière à garantir que la valeur des provisions techniques est équivalente au montant que les entreprises d'assurance et de réassurance demanderaient pour reprendre et honorer les engagements d'assurance et de réassurance	• Les provisions techniques prudentielles sont évaluées en additionnant une meilleure estimation des engagements (BE_e), une meilleure estimation des frais de gestion (BE_{fg}) et une marge de risque. • La meilleure estimation des engagements correspond à la somme probabilisée et actualisée de flux de trésorerie futurs afférents aux engagements de l'entreprise d'assurances et de réassurance au titre des contrats souscrits et déterminée, selon la nature des opérations d'assurance • La meilleure estimation des frais de gestion correspond à la somme probabilisée et actualisée des flux de frais de gestion des contrats et déterminée, selon la nature des opérations d'assurance • La marge de risque correspond au coût d'immobilisation du capital de solvabilité requis afférent aux engagements garantis • Les provisions techniques prudentielles sont valorisées brutes de réassurance en considérant les contrats dont l'engagement de l'entreprise est en cours à la date d'inventaire.
$PT = BE + RM$	$PT = BE_e + BE_{fg} + RM$

TABLE 3.6 – Principes de valorisation des provisions techniques prudentielles

Il est important de faire quelques remarques sur la valorisation SII et la valorisation SBR des provisions techniques.

Remarque 3.6.1

- Les flux de trésorerie utilisés pour le calcul de la meilleure estimation dans SII prennent en compte les frais de gestion. Autrement-dit les valorisations des provisions techniques prudentielles des deux normes sont équivalentes.
- Les calculs des marges de risque diffèrent pour les deux normes. Contrairement à la SII, la marge de solvabilité pour SBR est calculée selon la nature des opération d'assurance.

Marge de risque SII

$$RM = CoC \cdot \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_t}{[1 + r_{t+1}]^{t+1}}$$

où

- CoC représente le coût du capital
- SCR_t représente le capital de solvabilité requis après t années
- r_{t+1} représente le taux d'intérêt sans risque de base pour l'échéance $t + 1$ années

Marge de risque SBR

$$RM = CoC \cdot Dur \cdot \sum_{t \geq 1} \frac{CF_{e,t}}{[1 + r_t]^t} \quad (3.1)$$

- CoC représente le coût du capital ;
- $CF_{e,t}$ représente le flux des engagements après t années ;
- r_t représente le taux d'intérêt sans risque de base pour l'échéance t années ;
- Dur est la duration des engagements.

► **La segmentation et les lignes d'activités****Segmentation SII**

Lorsqu'elles calculent leurs provisions techniques, les entreprises d'assurance et de réassurance segmentent leurs engagements d'assurance et de réassurance en groupes de risques homogènes et, au minimum, par ligne d'activité (*cf.* art. 80 de [Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2009\)](#)).

Segmentation SBR

Selon le Projet de circulaire SBR ([ACAPS \(2017\)](#)), pour la valorisation des provisions techniques prudentielles, les entreprises d'assurance et de réassurance doivent considérer la segmentation des opérations d'assurance et de réassurance par catégorie.

Les catégories telles que le prévoit SBR sont relatives à l'article 55 de l'arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005) relative aux entreprises d'assurance et de réassurance ([FATHALLAH \(2005\)](#)). L'annexe C reprend cette segmentation. Notons que cette segmentation correspond à la segmentation comptable.

Les lignes d'activité telle que le prévoit SII (*cf.* annexe D), sont plus fines que la segmentation marocaine. On remarque que, contrairement à SBR, les engagements de réassurance pour SII sont scindés en :

- Engagements de réassurance proportionnels en non-vie,
- Engagements de réassurance non proportionnels en non-vie,
- Engagements de réassurance vie.

Néanmoins les provisions techniques prudentielles de réassurance SBR sont valorisées en considérant les opérations par traité ou convention de réassurance, par réassureur et par catégorie ou par sous-catégorie telles que présentées à l'annexe C. En ce qui concerne les provisions techniques prudentielles de réassurance relative aux rentes découlant des opérations d'assurances non-vie, l'entreprise retient une segmentation par traité ou convention de réassurance et par réassureur.

Contrairement à SII, SBR ne scinde pas les engagements de santé.

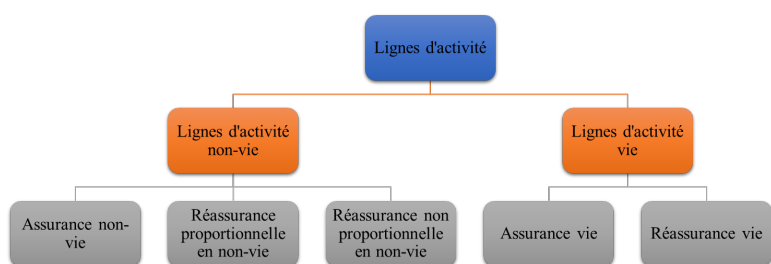


FIGURE 3.2 – Lignes d'activité SII

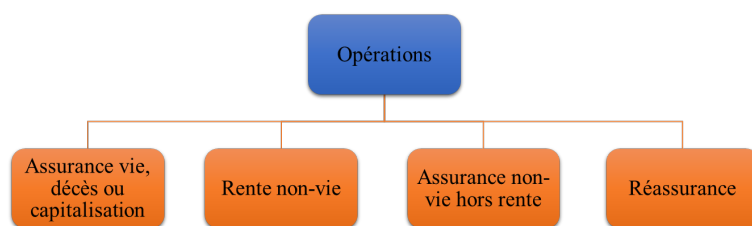


FIGURE 3.3 – Catégories d'opération SBR

► L'actualisation

Le calcul de la meilleure estimation dans le cadre de la valorisation des provisions techniques prudentielles se fait en actualisant les flux futurs probables à l'aide de la courbe des taux sans risque pertinent. Cette courbe des taux est construite à l'aide des instruments financiers issus de marché financiers profond, liquide et transparent.

Dans le cadre de SII, la courbe des taux sans risque est obtenue à partir des taux de contrats d'échange (swaps) de taux d'intérêt pour chaque devise et pour chaque échéance. Ces taux sont ajustés pour tenir compte du risque de crédit et du profil de risque des entreprises d'assurance et de réassurance. A défaut des taux swaps des taux d'intérêt, la courbe des taux peut être obtenue à partir des obligations d'État. La méthode retenue par l'EIOPA¹, l'Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles, est la méthode de Smith-Wilson.

La méthode de Smith-Wilson est une méthode macroéconomique. Selon cette méthode les prix des obligations zéro-coupon, pour chaque maturité, sont fonction du taux forward long terme, l'Ultimate forward rate (UFR).

Définition 3.6.1: Ultimate forward rate (UFR)

L'UFR est le taux ultime vers lequel convergent les taux. En effet au delà d'une certaine limite, le dernier point liquide (Last Liquid Point, LLP), les données observables ne sont plus fiables. D'où vient la nécessité d'extrapoler à partir de ce point. A partir de ce dernier point, la courbe doit converger vers l'UFR.

Le LLP est la maturité au delà de laquelle le marché n'est plus profond, liquide et transparent. L'EIOPE fixe $LLP = 20$ ans. Les prix zéro-coupon dépendent également de la vitesse de convergence, α vers l'UFR. L'EIOPA fixe $\alpha = 6\%$.

La méthode de Smith-Wilson est également celle retenue dans le Projet de circulaire SBR. Cependant il recommande l'utilisation des taux actuariels des bons du Trésor publiée par Bank Al Maghrib, la banque centrale marocaine. L'EIOPA construit et publie chaque mois la courbe des taux sans risque pertinent destinée au calcul de la meilleure estimation sous SII. La périodicité de la construction de cette courbe n'est pas précisée dans le Projet de circulaire SBR. Nous nous proposons de décrire la méthodologie de construction de la courbe des taux sous SBR dans la sous-section suivante.

1. en anglais European insurance and occupational pensions authority

► Méthodologie de construction de la courbe des taux selon SBR

Nous nous proposons de décrire ici la méthodologie de construction de la courbe des taux sous SBR. Puis nous construirons une à partir des données récupérées sur le site officiel de Bank Al Maghrib. La méthode est la suivante :

1. L'interpolation linéaire

Une fois que les taux actuariels des bons du Trésor sont récupérés sur le site de Bank Al Maghrib, il faut les interpoler linéairement pour obtenir les taux de maturité pleine $[1, \dots, LLP]$.

Définition 3.6.2: Last liquid point (LLP)

Le dernier point liquide est déterminé de sorte que le volume cumulé des obligations dont les échéances sont supérieures au LLP est inférieur à 6% du volume total des transactions prises en compte pour la construction de la courbe des taux de référence des bons du Trésor.

Remarquons que SII n'a pas précisé la méthode à utiliser pour l'interpolation. On pourrait utiliser d'autres méthodes comme la méthode de Nelson-Siegel ou même celle de Smith-Wilson.

2. Transformation de la courbe en courbe zéro-coupon

La courbe des taux interpolée obtenue à l'étape précédente est transformée en une courbe zéro-coupon en supposant que les prix des obligations des bons du trésor sont « au pair ¹ ».

3. Extrapolation par la méthode de Smith-Wilson

La méthode de Smith-Wilson permet d'estimer la fonction de prix $P(0, \tau)$ des zéro-coupons pour toutes les maturités $t > 0$. Cette fonction est supposée satisfaire les caractéristiques suivantes :

- P est une fonction positive et strictement décroissante de la maturité
- $P(0, 0) = 1$ et $\lim_{\tau \rightarrow \infty} P(0, \tau) = 0$

Toute la méthode et les codes R pour la construction de la courbe sont présentés à l'annexe B.

Si nous fixons $UFR = 5,1 \%$ et $\alpha = 0,0044$ on a les résultats de la figure 3.4.

Remarque 3.6.2

Les valeurs de l' UFR et de la vitesse de convergence α fixées ont été celles présentées dans un cours de madame [BERRADA SOUMI \(2019\)](#), chargée de mission auprès du Président de la l'ACAPS.

1. c'est-à-dire le prix d'émission est égal à 100% de la valeur du nominal

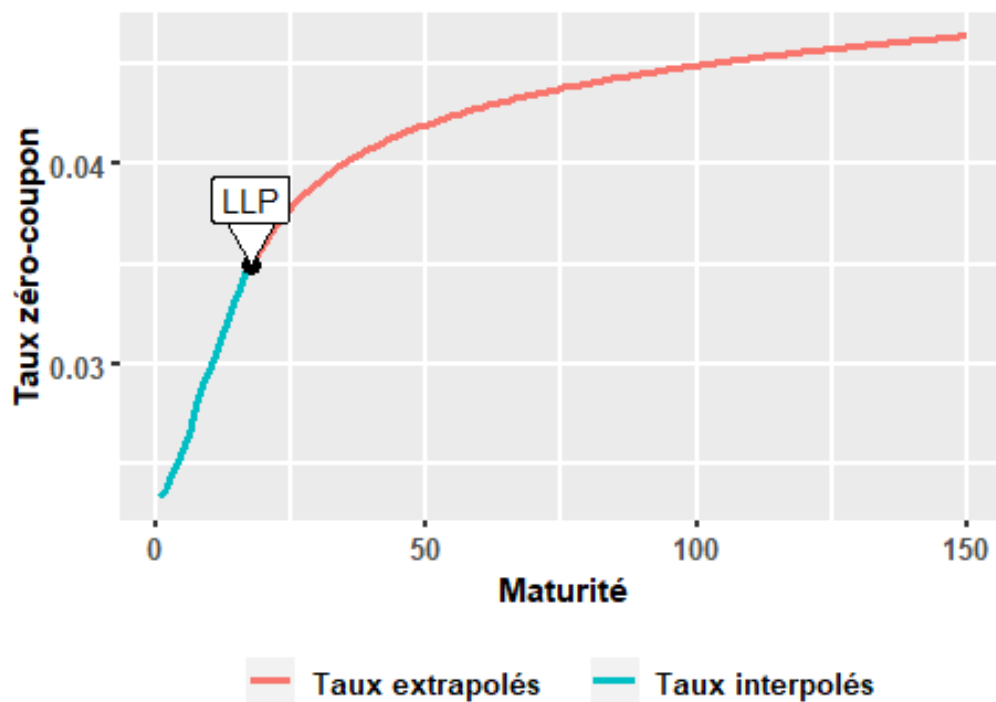


FIGURE 3.4 – Courbe des taux SBR avec la méthode de Smith-Wilson

Nous avons en fait construit deux autres courbes avec deux autres méthodes. Il s'agit de la méthode de Nelson-Siegel et celle de la paramétrisation de Svensson. Ceci nous permettra de faire une comparaison avec la méthode de Smith-Wilson. On obtient le résultat de la figure ci-dessous.

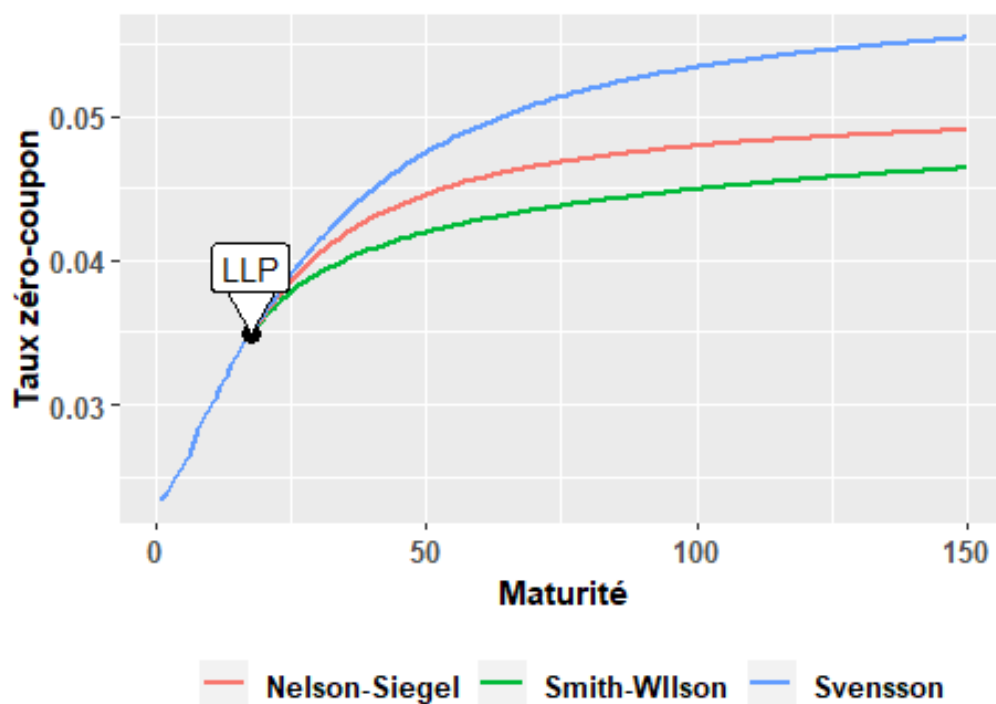


FIGURE 3.5 – Courbe des taux SBR avec les différentes méthodes

Tous les détails de chacune des deux méthodes et les codes R sont présentés également à l'annexe B.

Par suite nous avons mesuré l'efficacité de ces trois méthodes en calculant l'erreur quadratique moyenne, RMSE¹.

	Nelson-Siegel	Svensson	Smith-Wilson
RMSE	$1,66 \cdot 10^{-4}$	$1,53 \cdot 10^{-4}$	$7,85 \cdot 10^{-5}$

TABLE 3.7 – Efficacité des 3 méthodes de construction de la courbe des taux

Il est facile de remarquer que c'est la méthode de Smith-Wilson qui est la meilleure. L'erreur quadratique commise est de $7,85 \cdot 10^{-5}$, nettement plus petite que celles des deux autres.

En superposant la courbe des taux de l'EIOPA, on obtient la graphique suivante :

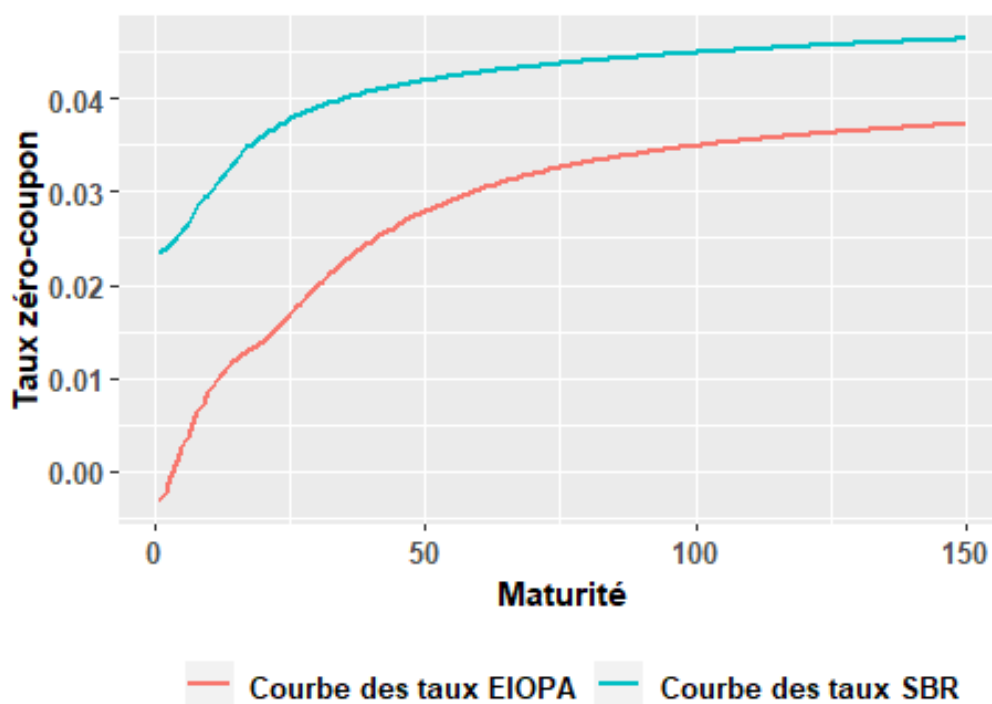


FIGURE 3.6 – Courbe des taux SBR et celle de l'EIOPA

► Analyse de sensibilité de UFR et de la vitesse de convergence sur la courbe des taux

Pour observer l'impact de la variation de l'*ultimate forward rate* et de la vitesse de convergence sur la courbe des taux, une étude a été faite en variant leur valeur. On obtient le graphe suivant.

1. Root mean square error

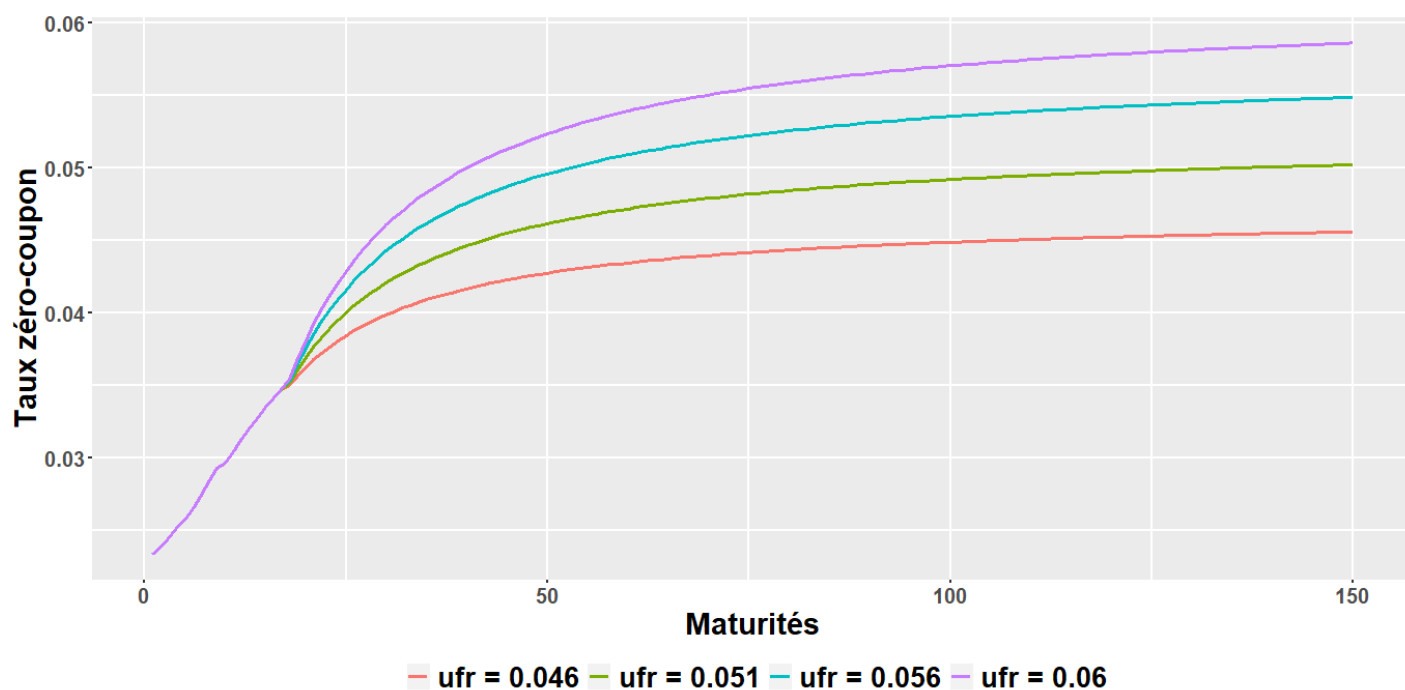


FIGURE 3.7 – Analyse de sensibilité de l'UFR sur la courbe des taux SBR

On observe que la courbe des taux décroche à partir du *LLP* à mesure que l'*UFR* s'éloigne de 0,05. L'*UFR* ne doit pas être en dessous de 0,04 puisque les taux bruts observés sur le marché dépassent ce niveau.

L'impact de la vitesse de convergence sur la courbe des taux est donné à la figure suivante :

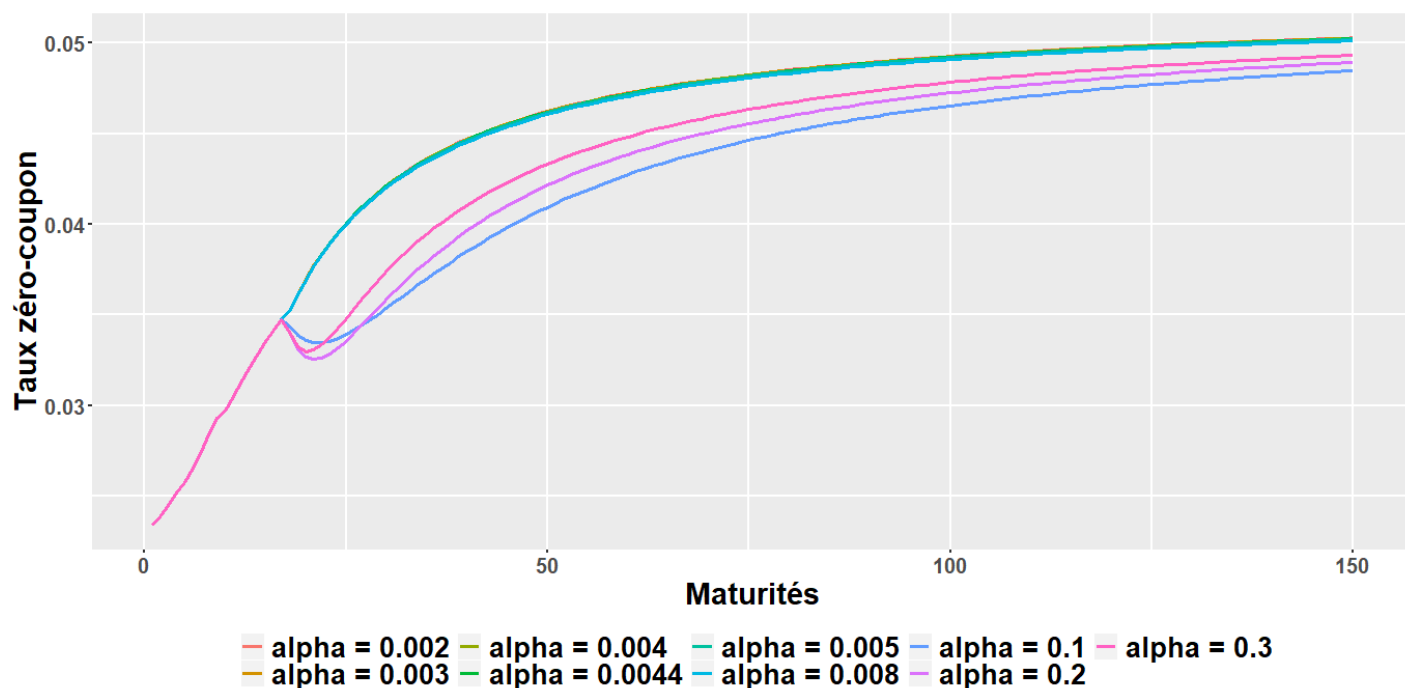


FIGURE 3.8 – Analyse de sensibilité de la vitesse de convergence sur la courbe des taux SBR

Il ressort de ce graphique que la vitesse de convergence ne doit pas être au delà de 0,1. On voit bien que toutes les courbes de taux dont la vitesse de convergence se situe entre 0 et 0.008 sont quasiment confondues.

► Ajustements de la courbe des taux

SBR recommande, pour la construction de la courbe des taux, l'utilisation des taux actuariels des bons de Trésor publiés par Bank Al Maghrib, la banque centrale marocaine. Ces taux sont considérés comme ne contenant pas de risque de défaut. On suppose, en effet, que le risque de défaut de l'État est nul. Dans ce cas, un ajustement de la courbe pour risque de défaut (credit risk adjustment (CRA)) n'est pas nécessaire.

De même il ne sera pas nécessaire de faire le « Volatility Adjustment (VA) » ou le « Matching Adjustment (MA) ». La valorisation des actifs en leur valeur économique, dans le bilan prudentiel, induit des effets de *spread*. Ces deux ajustements permettent de réduire ces écarts entre le taux de référence et les autres taux obligataires. La VA représente en fait la prime d'illiquidité tandis que le MA permet de réduire les effets d'augmentation des *spreads* d'obligation à l'actif de l'assureur. Cependant les taux que recommande SBR sont par nature sans risque contrairement au taux des contrats d'échange de taux d'intérêt que recommande SII.

3.6.2 Valorisation des provisions techniques

La directive SII recommande de calculer les provisions techniques par ligne d'activité. Pour SBR, la valorisation des provisions techniques doit se faire par catégorie d'activités d'assurance et de réassurance. Nous nous proposons de comparer ici la valorisation des provisions techniques pour les opérations en vie, les opérations en non-vie, la gestion spéciale des rentes et les cessions en réassurance.

► Meilleure estimation des opérations non vie hors rentes

Dans les deux cadres prudentiels, SII et SBR, la meilleure estimation des engagements non-vie comprend la meilleure estimation des sinistres et la meilleure estimation des primes. Cette « *meilleure estimation est calculée brute, sans déduction des créances découlant des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation* » (cf. art. 77 de [Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2009\)](#)).

$$BE = BE_{prime} + BE_{sinistre}$$

où :

- BE_{prime} est la meilleure estimation pour prime ;
- $BE_{sinistre}$ est la meilleure estimation pour sinistre à payer

Meilleure estimation pour sinistre

La meilleure estimation pour sinistre concerne tous les sinistres survenus à la date d'inventaire. Les flux de règlements futurs probabilisés sont nets de recours.

Meilleure estimation pour prime

La meilleure estimation concerne la totalité des engagements reconnus dans les limites des contrats d'assurance ou de réassurance, pour toute exposition à des événements de sinistre futurs c'est-à-dire après la date d'évaluation.

Meilleure estimation pour sinistre

Pour les deux normes, la meilleure estimation pour sinistre est généralement calculée par extrapolation des triangles de liquidation. Les méthodes classiques sont : la méthode de Chain Ladder, la méthode de London Chain, la méthode de Bornhuetter Ferguson, ... qui sont les méthodes déterministes et les méthodes stochastiques à savoir la méthode de Mack, la méthode de Bootstrap.

Remarque 3.6.3

Les flux, dans le cadre de SBR, ne comprennent pas les frais puisque la meilleure estimation des frais est calculée séparément contrairement à SII.

Meilleure estimation pour prime

La meilleure estimation pour prime correspond au flux de sinistres futurs relatifs à des contrats dont la date de souscription est postérieure à la date d'évaluation.

Dans le calcul de la meilleure estimation, la notion de « frontière des contrats » est une notion fondamentale. La provision pour prime n'étant calculée que pour les contrats entrant dans la limite des contrats. Notons que cette notion n'est pas expressément définie dans SBR contrairement à SII. On note néanmoins que SBR fait mention sans donner des détails. Par contre les articles 17 et 18 du Règlement Délégué (Journal Officiel de l'Union Européenne), précisent clairement la comptabilisation et la dé-comptabilisation ainsi que les limites des contrats d'assurance et de réassurance.

Ci-dessous, dans l'encadré, un extrait (§ 3) de l'article 18 du Règlement Délégué et repris dans le [GROUPE DE TRAVAIL BEL Non Vie \(2016\)](#), un document publié par l'Institut des Actuaire de France qui précise la notion de frontière des contrats :

Les obligations qui ont trait à l'assurance ou à une couverture de réassurance qui pourrait être fournie par l'entreprise, après une des dates suivantes, n'appartiennent pas au contrat, à moins que l'entreprise puisse contraindre le détenteur de la police à payer la prime pour ces obligations :

- *la date future à laquelle l'entreprise d'assurance ou de réassurance a un droit unilatéral de résilier le contrat ;*
- *la date future à laquelle l'entreprise d'assurance ou de réassurance a un droit unilatéral de rejeter les primes payables en vertu du contrat ; ou*
- *la date future à laquelle l'entreprise d'assurance ou de réassurance a un droit unilatéral de modifier les primes ou les prestations payables en vertu du contrat et de manière à ce que les primes reflètent pleinement les risques.*

Des deux normes, on retrouve que la meilleure estimation des primes est la différence entre les prestations futures et les primes futures.

Meilleure estimation pour prime SII

La meilleure estimation peut être décomposée en deux termes :

- la meilleure estimation de primes relatives aux contrats dont la prime a été émise par la compagnie mais pas encore acquise (PPNA¹) ;
- la meilleure estimation de primes relatives aux contrats dont la prime n'a pas encore été émise par la compagnie.

Meilleure estimation pour prime SBR

La meilleure estimation des engagements pour primes correspond à la différence entre :

- la somme actualisée des flux de règlements futurs probabilisés nets de recours relatifs aux sinistres non encore survenus afférents aux contrats tels que visés à l'article 13 du Projet de circulaire SBR ;
- le montant des primes futures probabilisé et actualisé à la date d'inventaire, net des frais d'acquisition, afférentes aux contrats à tacite reconduction visés à l'article 13 du Projet de circulaire SBR

Remarque 3.6.4

- Les frais d'acquisition SII entrent dans le calcul de la meilleure estimation des primes relatives aux primes futures non encore émises alors que pour SBR, les primes futures sont nettes des frais d'acquisition ;
- De même les règlements SII futurs incluent les recours encaissés alors que les règlements SBR sont nets de recours.

Ce qui permet d'obtenir les formules de calcul suivantes. On note une légère différence au niveau de frais d'acquisition et de l'hypothèse du taux de liquidation au niveau de la norme marocaine.

1. provision pour primes non acquises

Meilleure estimation pour prime SII	Meilleure estimation pour prime SBR
$BE_{primes} = CR_{SII} \cdot VM$ $+ (CR_{SII} - 1) \cdot PVFP$ $+ AER \cdot PVFP$	$BE_{primes} = t_{liq} CR_{SBR} \cdot VM$ $+ (t_{liq} CR_{SBR} - 1) \cdot PVFP^*$
où : • CR_{S2} est l'estimation ratio combiné de la ligne d'activité sur une base brute des frais d'acquisition ; • VM mesure la valeur actuelle du volume pour les primes non acquises brute des frais d'acquisition (PPNA) ; • $PVFP$ valeur actuelle des primes futures (actualisée à l'aide de la courbe des taux d'intérêt sans risque) brute de commission ; • AER correspond à l'estimation du ratio des frais d'acquisition pour la ligne d'activité.	où : • le taux de liquidation estimé en fonction de la cadence de liquidation des engagements pour sinistres survenus est donné par : $t_{liq} = \frac{S}{P}$ • CR_{SBR} est le ratio de sinistralité combiné moyen ; • $PVFP^*$ correspond à la valeur actuelle des primes futures (actualisée à l'aide de la courbe des taux d'intérêt sans risque) nette des frais d'acquisition.

On peut remarquer que les formules sont sensiblement les mêmes mais les termes et certains facteurs se calculent différemment :

$$CR_{S2} = \frac{S + F}{PA} \quad CR_{SBR} = \frac{U^*}{PA^*} + \frac{FG^*}{PE^*}$$

où :

- S correspond au montant des sinistres ;
- F mesure les frais liés aux sinistres ;
- PA représente les primes acquises brutes des frais d'acquisitions ;
- U^* est le montant représentant la somme des charges ultimes des trois derniers exercices de survenance ;
- PA^* est le montant des primes acquises des trois derniers exercices de survenance ;
- FG^* représente les frais de gestion des trois derniers exercices clos ;
- PE^* la somme des primes émises des trois derniers exercices clos.

Pour le calcul de cette meilleure estimation l'actuaire en charge du calcul doit établir de bonnes hypothèses. Les cadres réglementaires des normes Solvabilité II et de Solvabilité basée sur les risques en disposent.

Meilleure estimation pour prime SII : Hypothèses	Meilleure estimation pour prime SBR : Hypothèses
• Segmentation : les engagements sont segmentés en groupes de contrat homogènes • poste de frais : exprimé soit en fonction des primes, des provisions techniques ou des règlements de sinistres. Le calibrage du taux de frais prend en compte les éléments comptables.	• Segmentation : les engagements sont segmentés en sous-catégories d'opérations d'assurance et de réassurance • poste de frais : ils constituent une part de la meilleure estimation des engagements pour sinistres nets de recours. Le taux constituant la part est déterminé par catégorie

► **Meilleure estimation des opérations vie et des opérations de rentes non-vie**

Il est important, d'entrée, de faire une remarque sur les opérations considérées comme opérations entrant dans le calcul de la meilleure estimation vie.

Le Règlement Délégué précise que les engagements d'assurance vie doivent être segmentés en six lignes d'activité alors que le Projet de circulaire SBR spécifie en quatre (4) catégories d'opérations d'assurance et de réassurance.

Meilleure estimation vie : ligne d'activité SII	Meilleure estimation vie : catégorie SBR
• assurance santé SLT ¹ ; • assurance vie avec participation aux bénéfices ; • assurance indexée et en unité de compte ; • autre assurance vie ; • rentes découlant des contrats d'assurance santé non-SLT ; • rentes découlant des contrats d'assurance santé non-vie et autre que les contrats d'assurance santé non-SLT.	• opérations d'assurance vie, décès ou de capitalisation ; • rentes découlant des opérations non vie ; • les opérations en unité de compte ; • les opérations non-vie hors rente.

Toutes les deux normes prévoient que les projections des flux de trésorerie soient pour chaque contrat. La norme SBR précise en plus que les projections doivent être réalisées garantie par garantie.

Toutefois lorsque les données sont volumineuses, les compagnies d'assurance et de réassurance, pour les deux normes, peuvent les agréger suivant des critères bien définis dans le Règlement Délégué (*cf.* art. 35 du [Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2014\)](#)) ou suivant des critères homogènes après accord de l'Autorité (*cf.* art. 15, Projet de circulaire SBR [ACAPS \(2017\)](#)).

1. similar to life techniques - similaire aux techniques d'assurance vie

Règlement Délégué article 35 : Groupe de risques homogènes d'engagement d'assurance vie

[...] Lorsqu'un calcul distinct pour chaque contrat représente une charge induite pour l'entreprise d'assurance ou de réassurance, celle-ci peut regrouper les contrats pour effectuer ces projections, à condition de satisfaire à l'ensemble des exigences suivantes :

- (a) il n'y a pas de différences significatives dans la nature et la complexité des risques sous-jacents aux contrats faisant partie d'un même groupe ;
- (b) le regroupement de contrats ne crée pas une image faussée des risques sous-jacents aux contrats et n'introduit pas de biais dans leurs coûts ;
- (c) il est probable que le regroupement de contrats produise approximativement les mêmes résultats pour le calcul de la meilleure estimation qu'un calcul contrat par contrat, en particulier pour ce qui concerne les garanties financières et les options contractuelles prévues par les contrats.

Projet de circulaire SBR : article 15

[...] Toutefois, l'entreprise d'assurances et de réassurance peut procéder à une agrégation en retenant des critères homogènes, notamment l'âge et ce, après accord de l'Autorité.

La meilleure estimation des deux normes se décompose en deux : la meilleure estimation des garanties et les bénéfices discrétionnaires futurs.

$$BE_{vie} = BEG + BDF$$

où :

- BE_{vie} est la meilleure estimation relative aux opérations vie ;
- BEG représente la meilleure estimation des garanties probabilisés ;
- BDF désigne les fonds de participations aux bénéfices discrétionnaire futurs.

Remarque 3.6.5: Rentes découlant des opérations non vie

Les rentes découlant des opérations d'assurance et de réassurance sont considérées comme des engagements d'assurance vie. Ainsi, l'évaluation des provisions techniques repose sur les techniques de provisionnement vie. Toutefois notons que dans SBR, la meilleure estimation pour les rentes des opérations d'assurance non vie, n'intègre pas les bénéfices discrétionnaires futurs, elle est égale à la meilleure estimation des garanties probabilisées.

La meilleure estimation des garanties probabilisées est évaluée en actualisant les flux de trésorerie futurs probabilisés afférents aux engagements jusqu'à leur extinction.

Les flux futurs SII

Les flux de trésorerie futurs prennent en compte :

- les primes futures ;
- les prestations : rentes, capitaux en cas de vie, en cas de décès, dépendance, ... ;
- les frais d'administrations.

Les flux futurs SBR

Les flux de trésorerie futurs précités correspondent à la différence entre les décaissements et les encaissements futurs.

- les encaissements : engagements des assurés (primes futures) ;
- décaissements : prestation garanties (rentes, capitaux, rachats).

Notons que SBR ne prend pas en compte les frais dans le calcul de la meilleure estimation puisque la meilleure estimation des frais est évaluée séparément de celle des engagements.

La qualité de la meilleure estimation est assujettie aux bonnes hypothèses de projection que l'actuaire a prise avant l'évaluation de cette meilleure estimation.

1. Projection des frais

Le Projet de circulaire SBR, en son article 28 § 2, spécifie que les frais de gestion entrant dans le calcul de la meilleure estimation des frais sont égaux au produit des engagements pour sinistre net de recours et du taux de gestion moyen.

Le taux de gestion moyen étant égal à la moyenne sur trois derniers exercices clos des taux de frais de gestion. Pour un exercice clos, le taux de gestion correspond au rapport entre le montant des frais de gestion de l'exercice clos considéré et la meilleure estimation des engagements pour sinistres au titre de l'exercice qui précède l'exercice clos (*cf.* art. 28 § 3 du Projet de circulaire SBR, [ACAPS \(2017\)](#)). Les frais de gestion sont déterminés suivant une clé de répartition définie à l'annexe E.

Selon l'article 31 du Règlement Délégué, les flux de trésorerie pour la meilleure estimation tient compte des frais d'administration, des frais de gestion des investissements, des frais de gestions des sinistres et des frais d'acquisition. On note qu'il faut distinguer les frais récurrents des frais non récurrents. Les derniers devant être retraités pour être pris en compte en partie dans les projections futures ou pas du tout pris en compte.

2. Comportement de l'assuré

Selon les articles 16 et 17 du Projet de circulaire SBR, les compagnies d'assurance et de réassurance doivent tenir compte du comportement des assurés (les rachats de contrats et les résiliations de ces derniers) dans l'évaluation des provisions techniques. Les critères retenus sont l'âge et l'ancienneté de l'assuré. La profondeur minimale des données est de dix (10) ans.

Projet de circulaire SBR Article 16 § 1 et § 2.

L'entreprise d'assurance et de réassurance doit établir une table de rachat en montant pour chaque groupe homogène de contrat, sur la base d'un historique de données de rachat en montant propre à son portefeuille de contrats et supérieur ou égal à dix (10) ans.

La table de rachat en montant précitée doit faire ressortir par ancienneté et/ou par âge de l'assuré le taux de rachat dans l'année par rapport aux montants des engagements en cours.

Projet de circulaire SBR Article 17 § 1 et § 2.

L'entreprise d'assurance et de réassurance doit établir une table de résiliation pour chaque groupe homogène de contrats, sur la base d'un historique de données de résiliation propre à son portefeuille de contrats et supérieur ou égal à dix (10) ans.

La table de résiliation précitée doit faire ressortir par ancienneté et/ou par âge de l'assuré le taux de contrats résiliés dans l'année par rapport aux contrats en cours.

Les mêmes articles précisent que les compagnies pouvaient utiliser une autre méthode d'évaluation du comportement des assurés, lesquelles méthodes devraient être soumises à l'approbation de l'Autorité. Il s'agit de la question de modèle point.

De même, l'articles 79 de la Directive Solvabilité II et les articles 26 et 32 du Règlement Délégué fixent les hypothèses relatives aux droits des assurés d'exercer les options cachées dans les contrats ainsi que leur droit de résiliation et de rachat de leur contrat.

Règlement Délégué article 26 : Comportement des preneurs d'assurance

Lorsqu'elles déterminent la probabilité de l'exercice, par les preneurs, de leurs options contractuelles, y compris les droits de cessation et de rachat, les entreprises d'assurance et de réassurance procèdent à une analyse du comportement passé des preneurs et à une évaluation prospective de leur comportement attendu. Cette analyse tient compte de tous les éléments suivants :

- (a) *dans quelle mesure l'exercice des options a été, ou sera, profitable aux preneurs, selon les circonstances existant au moment de l'exercice des options ;*
- (b) *l'influence des situations économiques passées et futures ;*
- (c) *l'incidence des décisions de gestion passées et futures ;*
- (d) *toute autre circonstance susceptible d'influencer la décision, par les preneurs, d'exercer ou non l'option.*

La probabilité n'est considérée comme indépendante des éléments visés aux points a) à d) que lorsqu'il existe des données empiriques à l'appui d'une telle hypothèse.

Règlement Délégué article 32 : Options contractuelles et garanties financières

Lors du calcul de la meilleure estimation, les entreprises d'assurance et de réassurance tiennent compte de l'ensemble des éléments suivants :

- (a) *toutes les garanties financières et options contractuelles incluses dans leurs contrats d'assurance et de réassurance ;*
- (b) *tous les facteurs susceptibles d'influer sur la probabilité que les preneurs exerceront les options contractuelles ou réaliseront la valeur des garanties financières.*

Il existe deux types de rachat : les rachats structurels et les rachats conjoncturels (ou dynamiques). Les premiers sont le droit que dispose l'assuré de racheter son contrat par le fait des clauses contenues dans le contrat. Un rachat est conjoncturel lorsqu'il n'est pas prévu au contrat mais dépend plutôt de la conjoncture économique.

Notons que la norme SBR ne prévoit pas encore comment modéliser le type de rachat (rachat structurel ou rachat dynamique) comme l'explique le [GROUPE DE TRAVAIL BEL Vie \(2016\)](#).

Cependant la norme SBR ne modélise que les rachats structurels alors que la modélisation des deux types de rachat dans la directive SII est distincte. Cette modélisation se précise dans les « *Orientations Nationales Complémentaires aux Spécifications Techniques pour l'exercice 2013 de préparation à Solvabilité II* »

Projet de circulaire SBR article 18

Pour la modélisation des rachats structurels, les participants doivent utiliser des lois d'expérience si celles-ci sont conformes aux observations passées, ou à défaut des données de marché. Ces hypothèses de rachat peuvent dépendre de nombreux paramètres (âge de l'assuré, ancienneté fiscale, environnement financier, ... [...])

Ces orientations encouragent également les entreprises d'assurance et de réassurance à choisir une modélisation appropriée (sous réserve de validation de l'Autorité) à leur donnée en tenant compte des contraintes suivantes :

- granularité du portefeuille ;
- faisabilité des calculs et de validation des hypothèses ;
- proportionnalité

Le taux de rachat peut ne pas dépendre de ces variables. Il peut être remplacé par un taux moyen (sous réserve de la justification).

Toutefois le Projet de circulaire SBR met l'accent sur les rachats en montant.

3. Loi de mortalité

Il est recommandé dans le Projet de circulaire SBR l'utilisation de la table TV 88-90 pour les engagements en cas de vie et la table TD 88-90 pour les engagements en cas de décès. Les entreprises d'assurance et de réassurance ont la possibilité d'utiliser une table d'expérience qui correspond au mieux au portefeuille qu'elles détiennent. Cette table d'expérience devra être certifiée par l'Autorité (*cf.* art 15 de [ACAPS \(2017\)](#)).

Le code des assurances français (*cf.* art. A132-18) prévoit l'utilisation des tables réglementaires. Toutefois, comme pour la loi marocaine, les entreprises peuvent construire des tables de mortalité qui doivent être agréées par une association d'actuaire reconnue par l'Autorité. Il s'agit de construire des tables en observant son portefeuille. Actuellement les tables réglementaires les plus récentes sont les tables TH 00-02 et TF 00-02 pour tous les contrats autres que les rentes viagères et les tables TGH05 et TGF05 pour ce qui concerne les rentes viagères.

4. Lois d'incapacité et d'invalidité

Les risques d'incapacité et d'invalidité ne sont pas pris en compte dans la nouvelle norme marocaine tout comme l'actuelle. Ils ne sont donc pas référencés dans la pieuvre. Par conséquent, il n'existe pas de loi sur l'invalidité ou l'incapacité comme les lois de maintien en incapacité de travail et en invalidité ainsi que les lois de passage de l'incapacité à l'invalidité du BCAC ¹ en comparaison avec Solvabilité II.

Toutefois pour prendre en compte les prestations relatives à l'invalidité ou à l'incapacité, la norme SBR prévoit l'estimation d'un taux de sortie en rente qui est déterminé selon l'article 18 du Projet de circulaire SBR.

Projet de circulaire SBR article 18

[...] Le taux de sortie de rente précité doit faire ressortir la proportion des montants des engagements convertis en rentes dans l'année par rapport aux engagements à l'échéance. [...]

5. Utilisation des modèles stochastiques

Au paragraphe précédent, nous avons vu que, chacune des deux normes préconise la prise en compte des options et garanties cachées au contrat dans la valorisation de la meilleure estimation. Pour Solvabilité II ces options et garanties sont par exemple :

- les taux minimum garantis
- les options de rachat (structurel ou dynamique)
- l'option de transfert
- l'option de conversion en rente

alors que le Projet de circulaire SBR ne précise que les options de rachat et de résiliation de contrat.

La valorisation de ces garanties et options cachées peuvent s'effectuer par des méthodes stochastiques ou par des formules fermées. Dans cette condition, la meilleure estimation prend en compte l'incertitude des flux de trésorerie (*cf.* art. 26 et art. 32 du Règlement Délégué ([Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2014\)](#))). Compte tenu de leur caractère simple à mettre en place et à expliquer, les méthodes de Monté Carlo, basées sur les simulations stochastiques, contrairement aux formules fermées sont recommandées dans SII (*cf.* § 15 du Règlement Délégué).

1. Bureau commun des assurances collectives

[...] Pour certains contrats d'assurance vie, notamment ceux qui donnent lieu à des prestations discrétionnaires dépendant de rendements d'investissements ou qui comportent des garanties financières et des options contractuelles, les méthodes par simulation sont susceptibles de produire un calcul plus approprié de la meilleure estimation.

Par conséquent les hypothèses entrant dans le calcul de la meilleure estimation prennent en compte l'évolution du marché financier et des risques biométriques. Solvabilité basée sur les risques n'a pas encore introduit l'utilisation des méthodes stochastiques ou celles basées sur des formules fermées.

Pour prendre en compte les risques de l'évolution du marché financier, des simulations des diffusions stochastiques (les taux zéro-coupon, l'inflation, l'indice action, l'indice immobilier, ...) sont réalisées à travers un Générateur de Scénarios Économiques (GSE). Solvabilité basée sur les risques n'a pas encore introduit l'utilisation des GSE.

6. La participation aux bénéfices

Selon la réglementation française, il existe trois types de participation aux bénéfices à savoir : la participation aux bénéfices réglementaire, la participation aux bénéfices contractuelle et la participation aux bénéfices discrétionnaire.

Dans le cadre de l'évaluation de la meilleure estimation des opérations d'assurance vie, la loi française prévoit que la compagnie d'assurance et de réassurance peut distribuer tout ou partie des bénéfices réalisés au cours de l'année. Il s'agit de la participation aux bénéfices discrétionnaire. Il représente le potentiel maximum d'atténuation de ses risques par la participation aux bénéfices.

Remarque 3.6.6

Les participations aux bénéfices contractuelle et réglementaire entrent dans la projection des flux sous SII tandis qu'elle est évaluée séparément et entre dans le cadre du calcul des bénéfices discrétionnaires futurs.

Pour SBR, les bénéfices discrétionnaires futurs se calculent comme ceci :

$$BDF = PPB_{comp} + t_{PBm} \cdot \max\left\{0, Actifs - (BEG + BE_{fg})\right\}$$

où :

- PPB_{comp} représente le montant de la provision pour participation aux bénéfices évalué à la valeur comptable ;
- BEG est la meilleure estimation des garanties probabilisées ;
- t_{PBm} est le taux de participation aux bénéfices moyen servi aux assurés qui est déterminé par :

$$t_{PBm} = \frac{PPB^*}{RE^*}$$

avec PPB^* qui représente la somme des dotations au titre, au moins des trois derniers exercices clos, affectées à la provision pour participation aux bénéfices afférente aux opérations d'assurance vie, décès ou de capitalisation hors unités de compte et RE^* qui est la somme des résultats techniques et financiers desdites opérations sur la même période.

Le taux de participation aux bénéfices sous Solvabilité II, correspond au plus grand du taux théorique, qui représente le taux que la compagnie devrait servir, d'une part, et du taux « attendu par l'assuré » qui est l'indice de satisfaction, d'autre part.

- $Actifs$ est la valeur des actifs affectés aux opérations vie hors unités de compte

Remarque 3.6.7

Le principe de calcul de la meilleure estimation des contrats d'assurance vie en unité de compte (UC) sous SII reste le même que les contrats en euro. Toutefois la projection des flux diffère et tient compte des différentes garanties présentes au contrat (garantie plancher, garantie cliquet, garantie majorée).

Par contre sous SBR, la valorisation de la meilleure estimation présente des différences. En effet, la meilleure estimation sous SBR est donnée par :

$$BE_{UC} = VR_{garanties} + BE_{cg}$$

où :

- BE_{UC} est la meilleure estimation des opérations en unité de compte
- $VR_{garanties}$ constitue la somme de la valeur de rachat des unités de compte et de la valeur des garanties s'y rattachant ;
- BE_{cg} est la meilleure estimation des chargements de gestion dont les flux (chargements de gestion (CG)) se valorisent comme suit :

$$CG_t = t_{cg} \times PM_t \quad \text{pour toute date } t$$

avec t_{cg} le taux de chargement de gestion contractuel et PM_t la provision mathématique à la date t .

► Meilleure estimation des cessions

Les provisions pour les cessions en réassurance sont inscrites à l'actif contrairement aux autres provisions techniques. Ces provisions pour cession sont constituées de la meilleure estimation des engagements cédés et l'ajustement pour défaut de contrepartie. Le calcul de la meilleure estimation de la part des cessionnaires dans les provisions techniques se base sur le même principe que le précédent.

Quant à ce qui concerne la réglementation européenne, il existe deux méthodes de calcul de la meilleure estimation de réassurance :

- la première méthode consiste à actualiser les flux futurs de trésorerie probabilisés et relatifs à la réassurance. C'est la méthode directe ;
- la deuxième méthode, considérée comme indirecte, est la différence entre la meilleure estimation brute de réassurance et la meilleure estimation nette de réassurance avant l'ajustement pour défaut de contrepartie.

Les calculs se font sur la base des groupes homogènes de risques .

Contrairement à Solvabilité II, SBR préconise une seule méthode, la méthode directe. La segmentation retenue pour l'évaluation de cette meilleure estimation est la suivante :

- les opérations d'assurance vie décès et capitalisation et les rentes découlant des opérations non-vie ;
- les opérations non-vie. Tout comme SII, la meilleure estimation des opérations non-vie relatives aux opérations de réassurance doit être calculée en séparant la meilleure estimation des primes et la meilleure estimation des sinistres.

Pour les opérations d'assurance vie décès et capitalisation et les rentes découlant des opérations non-vie la meilleure estimation ($BE_{cédée}$) se calcule comme suit :

$$BE_{cédée} = \frac{PT_{cédées}}{PT_{brutes}} \cdot BE_e$$

où :

- BE_e représente la meilleure estimation des engagements ;
- $PT_{cédées}$ est la part des cessionnaires dans les provisions mathématiques et dans les provisions pour capitaux, rentes et rachats à payer ;
- PT_{brutes} correspond à la somme des provisions mathématiques , des provisions pour capitaux, rentes et rachats à payer bruts de réassurance.

La meilleure estimation des engagements pour sinistres cédés ($BE_{sinistres\ cédés}$) se calcule par la formule suivante :

$$BE_{sinistres\ cédés} = \frac{PSAP_{cédées}}{PSAP_{brutes}} \cdot BE_{sinistres}$$

où :

- $PSAP_{cédées}$ est la part des cessionnaires dans les provisions pour sinistres à payer ;
- $PSAP_{brutes}$ correspond à la provision pour sinistres à payer brute de réassurance.

La meilleure estimation des engagements pour primes cédées $BE_{primes\ cédées}$ se calcule par la formule suivante :

$$BE_{primes\ cédées} = t_{pc} \cdot BE_{primes}$$

où t_{pc} est le taux de primes cédées.

► L'ajustement pour défaut de contrepartie

Lors des cessions en réassurance, le réassureur peut faire défaut. Pour prendre en compte ce risque dans l'évaluation des provisions techniques, l'assureur doit réajuster ces créances de réassurance pour prendre en compte les pertes qu'il pourra subir au cas où le réassureur venait à faire défaut.

Ajustement pour contrepartie SII

L'ajustement (pour défaut de contrepartie) vise à tenir compte de pertes attendues pour défaut de la contrepartie. [...]

cf. art. 42 § 1 Règlement Délégué ([Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne \(2014\)](#)).

Ajustement pour contrepartie SBR

[...] L'ajustement pour défaut de contrepartie correspond à la perte anticipée résultant de la défaillance probable du cessionnaire [...]

cf. art. 29 § 3 Projet de circulaire SBR ([ACAPS \(2017\)](#)).

Les normes marocaine, Solvabilité basée sur les risques, et européenne, Solvabilité II, prévoient que cet ajustement correspond à la valeur actuelle probable des flux des pertes attendues en cas de défaut du réassureur (pour cause d'insolvabilité, pour litiges ou pour toutes autres raison).

Dans l'évaluation de cet ajustement, l'entreprise d'assurance et de réassurance doit adopter une segmentation. Selon chaque norme, cette segmentation est différente.

Segmentation SII

Le calcul visé au paragraphe 2 tient compte des événements de défaut possibles sur la durée de vie du contrat de réassurance ou de l'arrangement avec le véhicule de titrisation et de la question de savoir si, et comment, la probabilité de défaut évolue dans le temps. Il est effectué séparément par chaque contrepartie et pour chaque ligne d'activité. En assurance non-vie, il est également effectué séparément pour les provisions pour primes et pour les provisions pour sinistres à payer.

cf. art. 42 § 3 Règlement Délégué (Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne (2014)).

Segmentation SBR

Pour la détermination de la part des cessionnaires dans les provisions techniques prudentielles, l'entreprise d'assurances et de réassurance retient une segmentation de ses opérations d'assurance par traité ou convention de réassurance, par réassureur et par catégories ou sous-catégories [...]

cf. art. 30 § 1 Projet de circulaire SBR (ACAPS (2017)).

En d'autres termes, les flux entrant dans l'évaluation de cet ajustement doivent être déterminés séparément suivant la segmentation choisie. L'ajustement est donné par les formules suivantes pour chaque réassureur et pour chaque ligne d'activité ou par groupe de risques homogènes donné :

- **Ajustement pour défaut de contrepartie SII**

$$Adj_{CD} = -\max\left\{(1 - RR) \cdot \frac{PD}{1 - PD} \cdot Dur_{mod} \cdot BE_{rec}; 0\right\}$$

où :

- RR est le taux de recouvrement ;
- PD est la probabilité de défaut à un an ;
- Dur_{mod} représente la duration modifiée des montants recouvrables au titre des contrats de réassurance passés avec cette contrepartie relevant de ce groupe de risques homogènes ;
- BE_{rec} représente les montants recouvrables au titre des contrats de réassurance passés avec cette contrepartie relevant de ce groupe de risques homogènes.

En cas d'insuffisance d'informations pour l'évaluation exacte de la probabilité de défaut et le taux de recouvrement réel, le régulateur européen précise dans le QIS5¹ les valeurs par défaut en fonction de la notation du réassureur :

	AAA	AA	A	BBB	BB	Autres
RR	50%	45%	40%	35%	20%	10%
PD	0,05%	0,10%	0,2%	0,5%	2%	10%

TABLE 3.8 – Probabilité de défaut et taux de recouvrement SII

- **Ajustement pour défaut de contrepartie SBR**

$$Adj_{CD} = \sum_{i>0} \frac{Adj_i}{(1 + r_i)^i}$$

où :

1. 5th Quantitative Impact Studies pour 5^{ième} études d'impact quantitatif

- le flux d'ajustement Adj_i pour chaque année i de projection se calcule par la formule suivante :

$$Adj_i = \frac{1}{2} \max \left\{ BE_{EC,i} - DEV_i + SR_i; 0 \right\} \times \frac{PD}{(1 - PD)^{i-1}}$$

- DEV_i représente les dépôts en valeur et en espèce de l'année i ;
- $BE_{EC,i}$ est la meilleure estimation des engagements cédés projetés pour chaque année i ;
- SR_i correspond à la valeur de la solde de réassurance pour l'année de projection i ;
- PD représente la probabilité de défaut annuelle associée à la deuxième meilleure notation financière du réassureur la plus récente durant les dix-huit (18) derniers mois et évaluée par une agence de notation reconnue. Elle est définie à partir du tableau ci-dessous :

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	Autres
PD	0,002 %	0,010 %	0,05 %	0,240 %	1,2 %	4,2 %	4,2 %

TABLE 3.9 – Probabilité de défaut SBR

En cas d'absence d'informations pouvant permettre de déterminer la notation financière, la notation la plus faible est retenue.

Nous proposons au lecteur à l'annexe F les étapes de calcul des meilleures estimation $BE_{EC,i}$ ainsi que les ajustements Adj_i .

Remarque 3.6.8

Solvabilité basée sur les risques ne prend pas en compte le taux de recouvrement en cas de défaut de la contrepartie. Notons que pour Solvabilité II, l'assureur doit tenir compte de ce taux de recouvrement. Sauf le cas de manque d'information, où ce taux ne peut être supérieur à 50 %, il est au moins égal à 50 % des montants recouvrables hors ajustement.

Exigence en capital par les deux normes

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons vu que les entreprises d'assurance et de réassurance doivent disposer d'un montant minimum pour couvrir leur profil de risque. C'est le capital de solvabilité.

La directive Solvabilité II et Solvabilité basée sur les risques exigent toutes deux que les entreprises d'assurance et de réassurance disposent d'un fonds propre suffisant pour couvrir ce profil de risque. Comment sont évaluées ces exigences de capital ?

On note que la Directive Solvabilité II exige deux niveaux de capital, le capital de solvabilité requis (SCR²) et le minimum de solvabilité requis (MCR³), alors que Solvabilité basée sur les risques ne contraint les compagnies d'assurance et de réassurance qu'au capital de solvabilité requis.

Dans ce chapitre, nous nous proposons de comparer les exigences en capital de ces deux normes.

L'essentiel de ce chapitre

- ✓ Le calibrage du SCR se fait par deux approches : l'approche par scénario et l'approche par facteurs, pour les deux normes ;
- ✓ Pour SII, il existe deux niveaux d'exigence de capital : le minimum de capital requis (MCR) et le capital de solvabilité requis (SCR). SBR ne dispose que du SCR ;
- ✓ Le module de risques de « **santé** » contient les mêmes sous-modules de risques sauf le sous-module de risques « **Concentration** » qui est un module de risques à part entière pour SBR ;
- ✓ Les modules de risques « **santé** » et « **intangible** » ainsi que les sous-modules de risques « **incapacité/invalidité** » et « **révision** » ne sont pas pris en compte dans la norme marocaine ;
- ✓ Dans le module de risques « **souscription vie** » les sous-modules de risques « **mortalité** » et « **longévité** » ne constituent qu'un seul risque « **longévité/mortalité** » pour SBR ;
- ✓ Inversement, dans le module de risque « **souscription non-vie** », le sous-module de risques « **primes et réserves** » pour SII est scindé en 2 sous-modules de risques « **primes** » et « **provisions** » pour SBR ; de plus le risque « **rachat** » n'est pas pris en compte dans la norme SBR pour ce module de risques ;

2. Solvency capital requirement en anglais

3. Minimum capital requirement en anglais

- ✓ Le module de risques de « **défaut** » SBR n'est réduit qu'au risque de « **contrepartie des cessionnaires** » et le risque de « **contrepartie des assurés** ». Avec une vision plus large dans SII, ce module de risques est constitué du sous-module de risques de « **contrepartie sur exposition de type 1** » qui contient le risque de contrepartie des cessionnaires et le sous-module de risques de « **contrepartie sur exposition de type 2** » qui contient le sous-module de risques de contrepartie des assurés ;
- ✓ Les chocs appliqués pour le calcul des SCRs ne sont pas encore définis dans SBR ;
- ✓ SBR ne dispose pas de matrice de corrélation qui définit les corrélations entre les sous-modules de risques d'un même module ni entre les modules de risques. Elle considère d'un module de risque à un autre que les risques sont corrélés à 100% ou ils sont totalement décorrélés ;
- ✓ La **formule standard** de SBR est une formule **additive** ne faisant pas ressortir l'effet de diversification des risques ;
- ✓ La sous-section 7, section 5 du Projet de circulaire SBR est prévu pour un ajustement du capital de solvabilité mais la définition de cette sous-section n'est pas encore effective ;
- ✓ Le SCR du module de risque opérationnel SBR, n'est qu'une portion des primes émises alors que, pour SII, il dépend du BSCR, du capital requis de base pour le risque opérationnel et du montant des dépenses encourus pour les contrats en unités de compte.

4.1 Le capital de solvabilité requis (SCR)

La définition du SCR est la même que ce soit pour Solvabilité II ou que ce soit pour Solvabilité basée sur les risques. Le SCR capture les pertes inattendues à supporter par l'entreprise en cas de scénario adverse pour les profils de risques avec un niveau de confiance de 99,5%.

Pour les deux normes, le calibrage du SCR se fait par deux approches : l'approche par scénarios et l'approche par facteurs.

4.1.1 L'approche par scénario

Une approche par scénario consiste à appliquer un choc aux hypothèses centrales. Le SCR correspond globalement à la différence entre les fonds propres économiques ou actifs net réévalués (NAV¹) de l'organisme évalués selon des hypothèses centrales et les mêmes fonds propres évalués selon des scénarios défavorables (stress) à l'organisme.

D'une manière formelle, on définit la NAV comme étant la différence entre l'actif évalué en valeur de marché et le « best estimate » :

$$NAV = Actif - BE$$

avec $Actif$ l'actif en valeur de marché et BE la meilleure estimation.

En posant $\Delta NAV = NAV_{central} - NAV_{stressé}$, on a :

$$SCR_{risque} = \sum_i \Delta NAV_i$$

pour toute police i correspondant au risque.

4.1.2 L'approche par facteurs

L'approche par facteurs consiste à appliquer une formule mathématique fermée. Cette formule est une application d'un facteur à une assiette.

4.2 Le minimum de solvabilité requis (MCR)

Le minimum de solvabilité requis est une exigence en capital fixée par la directive Solvabilité II et qui est équivalente au montant en dessous duquel l'entreprise d'assurance et de réassurance n'est plus autorisée à continuer son activité. Dans cette condition, la réglementation estime que les intérêts des assurés sont mis en jeu. Pour continuer son activité, le minimum de fonds propres à détenir est le MCR.

Calculé en distinguant les activités d'assurance vie et les activités d'assurance non-vie, le MCR doit être au moins égal au quart du SCR et au plus égal à 45 % du SCR.

$$25 \% SCR \leq MCR \leq 45 \% SCR$$

Pour chaque ligne d'activité le calcul du MCR est fait en trois étapes telle que décrit dans [EIOPA \(2013\)](#). On détermine le MCR linéaire, ensuite le MCR combiné puis sur la base de ces deux MCRs, on détermine le MCR.

1. pour net assets value en anglais

4.2.1 Le minimum de capital requis linéaire : MCR_{linear}

Le MCR linéaire est à deux composantes : la composante des opérations d'assurance et de réassurance en non-vie ($MCR_{linear,nl}$) et la composante des opérations d'assurance et de réassurance en vie ($MCR_{linear,l}$).

$$MCR_{linear} = MCR_{linear,nl} + MCR_{linear,l}$$

4.2.2 Le minimum de capital requis combiné : $MCR_{combined}$

Le MCR combiné comme son nom l'indique combine la valeur du SCR et celle du MCR linéaire :

$$MCR_{combined} = \min \left\{ \max \{ 0, 25 \cdot SCR; MCR_{linear} \}; 0,45 \cdot SCR \right\}$$

4.2.3 Le minimum de solvabilité requis

$$MCR_{combined} = \max \left\{ MCR_{combined}; AMCR \right\}$$

avec $AMCR$ est le seuil plancher absolu du MCR et varie en fonction du type d'entreprise

$$AMCR \left\{ \begin{array}{ll} = 2\,200\,000 \text{ €}, & \text{pour les entreprises d'assurance non-vie} \\ = 3\,200\,000 \text{ €}, & \text{pour les entreprises d'assurance vie} \\ = 3\,200\,000 \text{ €}, & \text{pour les entreprises de réassurance} \\ \geq 1\,000\,000 \text{ €}, & \text{pour les captives des entreprises de réassurance} \end{array} \right.$$

4.3 Agrégation des risques

Le SCR pour les deux normes est calculé module de risques par module de risques. Le profil de risque d'une structure d'assurance et de réassurance pour les deux normes est organisé en module de risques. Ces modules regroupent différents risques selon leur nature.

La directive Solvabilité II précise en son article 101 que le SCR est calculé à l'aide de sa formule standard ou à l'aide d'un modèle développé en interne par les entreprises. Dans Solvabilité basée sur les risques, la notion de calcul du SCR à base d'un modèle interne n'est pas encore précisée. Nous nous permettons pour cela de décrire ici les principes et les méthodes de l'évaluation du SCR par la méthode standard des deux normes. Dans la suite de ce mémoire nous désignerons sans ambiguïté « le calcul du SCR par la formule standard » par « le calcul du SCR ».

Le principe de calcul du SCR est le « *bottom-up* » c'est-à-dire de bas en haut, en commençant par une agrégation intra-modulaire (effectuée au sein de chaque module) puis une agrégation inter-modulaire c'est à dire entre les modules.

Selon la Directive Solvabilité II les différents modules de risques sont interdépendants ainsi que les risques dans un même module. Il ressort que l'agrégation des risques prend en compte l'effet de diversification entre les risques d'un même module d'une part et entre les modules de risques d'autre part. Cependant, on note dans la norme marocaine, Solvabilité basée sur les risques (SBR), qu'il n'y a pas d'effet de diversification au niveau des modules de risques. Le modèle d'agrégation inter-modulaire

retenu par SBR est un modèle additif, sommant tout simplement les exigences en capital de chacun des modules.

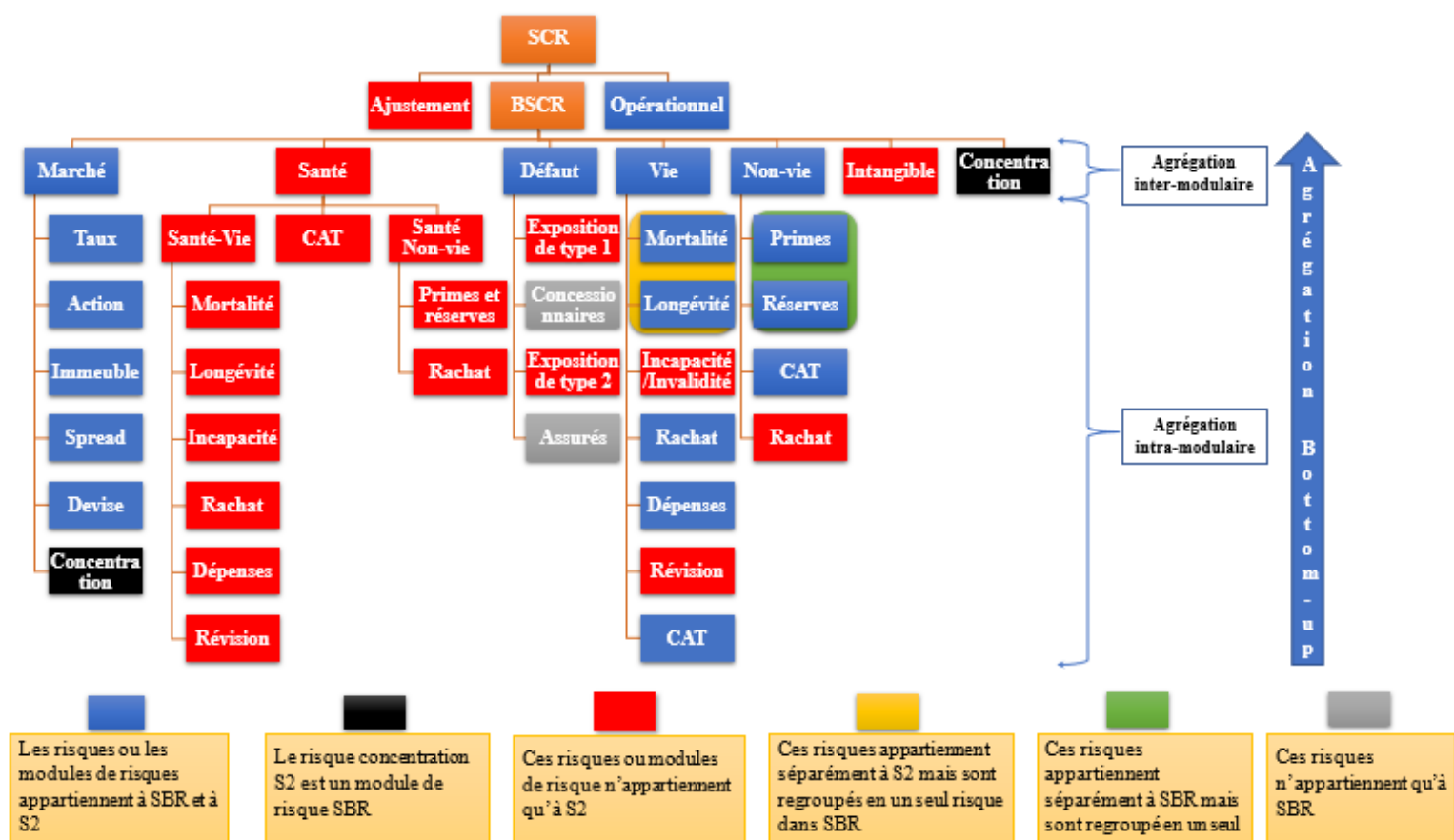


FIGURE 4.1 – Agrégation de risque suivant le principe bottom-up S2 et SBR

Ci-dessus, la matrice de regroupement des risques par module et leur agrégation selon les deux normes. Cette figure (figure 4.1) montre les différences qui existent entre les regroupements des modules de risque. Certains modules comme le « module de risques de santé » et le « module de risques intangible » n'existent pas du tout dans la pieuvre marocaine. De même le risque de concentration faisant partie du module de risques de marché SII, est un module de risques à part entière dans Solvabilité basée sur les risques.

En prenant les modules de risques un à un, il est facile de remarquer que le « risque d'invalidité/incapacité » et de « révision », ne sont pas pris en compte dans la nouvelle réglementation marocaine. De plus dans la définition du « module de risques de défaut », on note que ce dernier est restreint seulement aux risques liés aux cessionnaires et aux assurés dans SBR alors que la Directive SII a une vision plutôt large. Selon l'article 189 du Règlement délégué, le module de risques de défaut prend en compte les risques de défaut de la contrepartie sur des expositions de type 1 et les risques de défaut de la contrepartie sur des expositions de type 2. Les premiers contiennent le risque de défaut des concessionnaires (les contrats de réassurance, les véhicules de titrisations et dérivés d'assurance) et les seconds contiennent les risques de défaut des assurés (les créances sur les preneurs).

4.3.1 Agrégation de risques intra-modulaire

L'agrégation des risques n'est pas tout à fait la même pour les deux normes. On retrouve quelques similitudes mais des différences notoires existent du point de vue intra-modulaire.

► **Module de risque de marché**

La structure du module de risques de marché se présente comme suit :

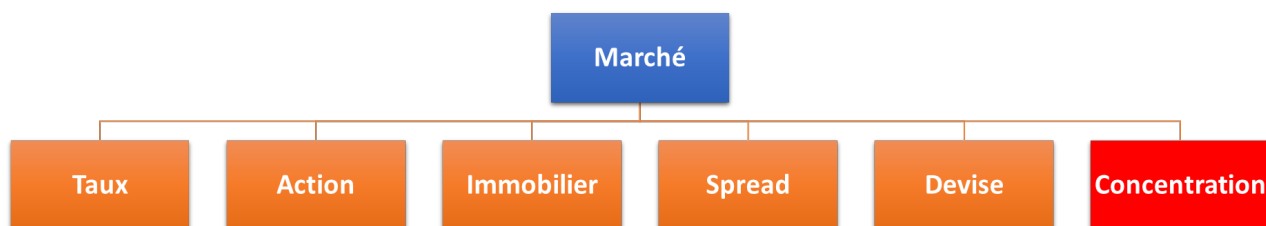


FIGURE 4.2 – Module de risque marché SII

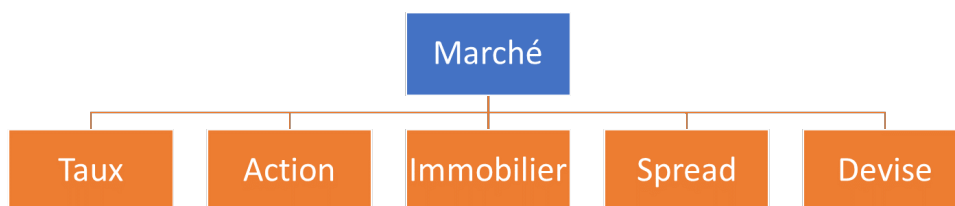


FIGURE 4.3 – Module de risque marché SBR

Tout comme le Projet de circulaire SBR, la Directive Solvabilité II définit le risque de marché comme étant :

Définition 4.3.1: Le risque du marché

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 duration.

Comme nous le disions plus haut, le « module risque de marché » SII intègre un risque, le risque de concentration que SBR n'intègre pas.

Le SCR de ce module est calculé en appliquant les chocs pour chaque risque. On a les formules suivantes : la formule 4.1 pour SBR et la formule 4.2 pour SII.

$$SCR_{market} = \sqrt{SCR_{equity}^2 + SCR_{taux}^2 + SCR_{imobilier}^2 + SCR_{spread}^2 + SCR_{devise}^2} \quad (4.1)$$

$$SCR_{market} = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} \cdot SCR_i^2 \cdot SCR_j^2} \quad (4.2)$$

avec : les coefficients de corrélation $\rho_{i,j}$ sont donnés pour toute ligne i et toute colonne j par le tableau suivant :

	Taux	Actions	Immo	Spread	Conc	Devise
Taux	1	A	A	A	0	0,25
Actions	A	1	0,75	0,75	0	0,25
Immobiliers	A	0,75	1	0,5	0	0,25
Spread	A	0,75	0,5	1	0	0,25
Concentration	0	0	0	0	1	0
Devise	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

TABLE 4.1 – Coefficient de corrélation du module risque marché SII

avec $A = 0$ si le choc à appliquer est un choc à la hausse et $A = 0,5$ lorsque le choc à appliquer est à la baisse.

On voit bien que pour SBR, la matrice des corrélations est une matrice identité, c'est-à-dire deux risques différents dans ce module sont fortement décorrélés.

Regardons comment sont évaluées les exigences en capital par risque ou sous-module de risques

1. « Risque de taux d'intérêt »

Pour ce risque, le principe de calcul est exactement le même pour Solvabilité II et pour Solvabilité basée sur les risques. L'exigence de capital est égal au plus élevé de l'exigence de capital pour risque d'augmentation de la courbe des taux d'intérêt d'une part, et l'exigence de capital pour risque de diminution de cette même courbe, d'autre part. Mais les scénarios de hausse ou de diminution des taux ne sont pas encore définis dans SBR comme ça l'est dans SII notamment les articles 166 et 167 du Règlement délégué.

2. « Risque actions »

Pour ce risque le principe n'est pas exactement le même, mais il est question de risque de diminution de la valeur des actifs. En effet, si pour SBR, l'exigence de capital correspond à la baisse simultanée de la valeurs des actifs (*cf* annexe 7, § 2 du Projet de circulaire SBR) de toutes les catégories, l'article 169 du Règlement délégué précise que l'exigence de capital est une perte qui résulterait d'une diminution soudaine de la valeur des actifs de type 1 et de type 2. L'article 168 du Règlement délégué donne une formule d'agrégation.

3. « Risque sur actifs immobiliers »

L'exigence de capital pour risque sur actifs immobiliers résulte de la perte de fonds propres de base consécutivement à une baisse de la valeur des actifs immobiliers. Ce principe est le même pour les deux normes. Le Règlement délégué, notamment à son article 174, précise que le taux de diminution est de 25 % alors que dans le Projet de circulaire SBR ce taux n'est pas encore fixé.

4. « Risque de spread »

Selon l'article 175 du Règlement délégué définissant le champ d'application du module de risques de spread, l'exigence de capital du risque de spread est fonction des titres de créance définis en trois types : les obligation et prêts, les positions sur titrisation et les dérivés de crédit. Pour chacun de ces trois types de titres de créances, l'exigence de capital est la perte en fonds propres de base. Cette perte résulterait de l'application de choc à la baisse dans la valeur de ces titres. Ainsi en fonction de la valeur de la durée du titre, le choc à appliquer est une fonction affine de cette même durée. Les paramètres de cette fonction sont précisés aux articles 176 à 181 du Règlement délégué.

Solvabilité basée sur les risques est également dans cette logique mais à un seul niveau. Pour tous

les titres de créance et en fonction de leur duration, et de façon simultanée, un facteur de baisse est appliqué. Notons que ces facteurs ne sont pas encore renseignés dans le Projet de circulaire SBR.

5. « Risque de change »

Le risque de change est le risque de perte de fonds propres qui résulterait d'une augmentation ou d'une diminution de la valeur des monnaies étrangères par rapport à la monnaie locale.

L'exigence de capital pour risque de change selon l'article 188 du Règlement délégué est la somme des exigences de capital pour chaque monnaie étrangère. Et pour chaque monnaie, l'exigence de capital correspond à la valeur la plus élevée des pertes de fonds propres consécutivement à une baisse de 25 % de la valeur de la monnaie d'une part, et à une hausse de 25% de la valeur de cette même monnaie. On peut donc remarquer que, quelle que soit la monnaie, les chocs sont constants.

Risque	Facteurs de stress
Augmentation	25 %
Diminution	25 %

TABLE 4.2 – Facteurs de stress du risque de change SII

Pour Solvabilité basée sur les risques, le principe reste le même mais les chocs de baisse ou de hausse sont différents d'une devise à une autre ou d'un panier de devises à un autre. Nous précisons que le Projet de circulaire SBR n'a pas encore fixé les facteurs de stress.

Devises	Augmentation	Diminution
Devises 1	X_1 %	Y_1 %
Devises 2	X_2 %	Y_2 %
...	...	...

TABLE 4.3 – Facteurs de stress du risque de change SBR

► Module de risque de défaut

On a la définition suivante du risque de défaut selon SBR. Elle est équivalente à celle de SII.

Définition 4.3.2: Le risque de défaut

Le risque de défaut est *le risque de perte ou de changement défavorable de la situation financière résultant d'un défaut de paiement d'une contrepartie ou d'une dégradation de sa qualité de crédit.*

Le module de risque de défaut (ou de contrepartie) est constitué de risque tel que le présente la figure 4.4 pour S2 et la figure 4.5 pour SBR.

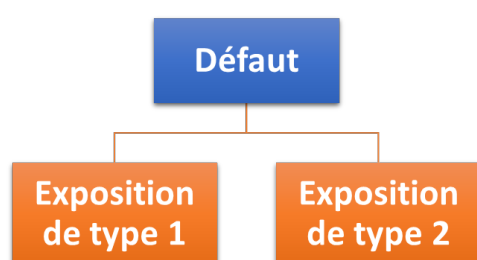


FIGURE 4.4 – Module de risque de défaut S2

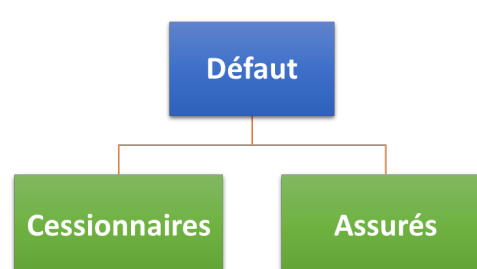


FIGURE 4.5 – Module de risques de défaut SBR

Le module « risque de défaut » pour chacune des deux normes, regroupe deux risques. Selon l'article 189 du Règlement délégué définissant le champ d'application du calcul du SCR du module « risque de contrepartie », on peut voir que le risque lié à la contrepartie des concessionnaires SBR est contenu dans le risque de contrepartie sur les expositions de type 1. De même le risque de contrepartie des assurés est contenu dans le risque de contrepartie sur les expositions de type 2. Sur ce module, la Directive Solvabilité II est plus large. Le tableau suivant définit les deux types d'exposition

Exposition de type 1	Exposition de type 2
Contrat de réassurance	Montant à recevoir d'intermédiaires
Véhicules de titrisation	Créances sur les assurés
Dérivés d'assurance	Prêts hypothécaires
Avoirs en banque	
Dépôts auprès des cédantes	
Engagements reçus mais encore libérés	

TABLE 4.4 – Type d'exposition SII

Le calcul du SCR du module « risque de défaut » se fait SII par la formule 4.3 suivante :

$$SCR_{def} = \sqrt{SCR_{(def,1)}^2 + 1,5 \cdot SCR_{(def,1)} \cdot SCR_{(def,2)} + SCR_{(def,2)}^2} \quad (4.3)$$

où :

1. $SCR_{(def,1)}$ est l'exigence en capital relative au risque de défaut sur exposition de type 1. Elle se calcule comme suit :

$$SCR_{(def,1)} = \begin{cases} 3 \cdot \sqrt{V} & \text{si } \sqrt{V} \leq 7 \% \cdot LGD \\ 5 \cdot \sqrt{V} & \text{si } 7 \% \cdot LGD < \sqrt{V} \leq 20 \% \cdot LGD \\ LGD & \text{si } \sqrt{V} > 20 \% \cdot LGD \end{cases}$$

où :

- V est la variance de la distribution des pertes des expositions de type 1. Il est la sommes des quantités suivantes :

$$V_{inter} = \sum_{j,k} \frac{PD_j \cdot (1 - PD_j) \cdot PD_k \cdot (1 - PD_k)}{1,25 \cdot (PD_j + PD_k) - PD_k \cdot PD_j} \cdot TLGD_j \cdot TLGD_k$$

$$V_{intra} = \sum_j \frac{1,5 \cdot PD_j \cdot (1 - PD_j)}{2,5 - PD_j} \cdot \sum_{PD_j} LGD_j^2$$

V_{inter} est calculée en considérant toutes les combinaisons possibles (j, k) des différentes probabilités de défaut des expositions sur signature unique c'est-à-dire des entreprises appartenant à un même groupe. La deuxième somme de V_{intra} couvre toutes les expositions sur signature unique dont la probabilité de défaut est de PD_j .

- LGD_j et $TLGD_j$ sont, respectivement, la perte en cas de défaut de l'exposition sur signature unique j et la somme des pertes en cas de défaut sur les expositions de type 1 pour les contreparties dont la probabilité de défaut est de PD_j .
2. $SCR_{(def,2)}$ représente l'exigence en capital relative au risque de défaut sur exposition de type 2. La formule suivante permet de la calculer :

$$SCR_{(def,2)} = 90 \% \cdot LGD_{receivables > 3months} + \sum_i 15 \% \cdot LGD_i$$

où :

- $LGD_{receivables>3months}$ constitue le total des sommes impayées des créances de plus de trois mois.
- LGD_i représente la perte en cas de défaut de l'exposition de type 2 i

Tout comme Solvabilité II, Solvabilité basée sur les risques choisie une approche par facteurs. L'exigence en capital du risque de contrepartie est la somme des exigences en capital relative au risque de contrepartie des cessionnaires ($SCR_{cessionnaires}$) et celle relative au risque de contrepartie des assurés ($SCR_{assurés}$).

$$SCR_{def} = SCR_{cessionnaires} + SCR_{assurés} \quad (4.4)$$

L'exigence en capital relative au risque de contrepartie des cessionnaires s'évalue comme suit :

$$SCR_{cessionnaires} = \sum_i LGD_i \cdot \alpha_i$$

où :

- LGD_i correspond à la perte en cas de défaut du cessionnaire i ;
- α_i est un coefficient calculé en fonction de la probabilité de défaut du cessionnaire i . Ni la méthode de calcul de ces coefficients, ni une valeur par défaut n'est encore précisée dans le Projet de circulaire SBR.

L'exigence en capital relative au risque de contrepartie estimée par la formule suivante :

$$SCR_{assurés} = \sum_i VN_i \cdot \beta_i$$

où :

- VN_i correspond à la valeur des créances nettes des provisions constituées en fonction de la qualité des créances i ;
- le coefficient β_i est déterminé en fonction de la qualité des créances mais aucune méthode de calcul de ces coefficients, ni une valeur par défaut n'est encore précisée dans le Projet de circulaire SBR.

Qualité des créances	Coefficients
Douteuse	β_1
Pré-douteuse	β_2
Autre	β_3

TABLE 4.5 – Coefficients par qualité de créance SBR

Comparons les pertes en cas de défaut

La perte en cas de défaut, dans le cadre de Solvabilité II est fonction du type de contrepartie. Ainsi nous en comptons trois selon l'article 192 du Règlement Délégué.

1. Cas des contrats de réassurance ou de titrisation d'assurance :

$$LGD = \max \left\{ 50 \% \cdot (Recouvrables + 50 \% \cdot RM_{re}) - F \cdot Collateral; 0 \right\}$$

où :

- $Recouvrables$ est la meilleure estimation des montants recouvrables au titre des contrats d'assurance ou de titrisation d'assurance ;

- RM_{re} correspond à l'effet d'atténuation¹ que produisent les contrats d'assurance ou les véhicules de titrisation de la contrepartie sur les risques de souscription ;
 - $Collateral$ représente la valeur pondérée de sureté² relatives aux contrat de réassurance ou de titrisation d'assurance ;
 - F est un facteur qui tient compte de l'effet économique du contrat de sûreté relativement au contrat de réassurance ou la titrisation en cas d'événement de crédit concernant la contrepartie.
2. Lorsque le contrat de réassurance est conclu avec une entreprise d'assurance ou de réassurance ou une entreprise d'assurance ou de réassurance d'un pays tiers et que 60% ou plus des actifs de la contrepartie sont soumis à des contrats de sûreté, la perte en cas de défaut se calcule comme suit :

$$LGD = \max \left\{ 90 \% \cdot (Recouvrables + 50 \% \cdot RM_{re}) - F \cdot Collateral; 0 \right\}$$

3. cas de défaut sur un produit :

$$LGD = \max \left\{ Loan - 80 \% \cdot Mortgage; 0 \right\}$$

où $Loan$ représente la valeur du prêt hypothécaire et $Mortgage$ la valeur pondérée du prêt hypothécaire³.

La perte en cas de défaut, dans le cadre de Solvabilité basée sur les risques se calcule comme suit :

$$LGD = \max \left\{ (1 - TR) \cdot (BE_{cédée} + SR - DEV); 0 \right\}$$

où

- TR représente le taux de recouvrement en cas de défaut. Ce taux n'est pas encore fixé dans le Projet de circulaire SBR ;
- $BE_{cédée}$ est la meilleure estimation des engagements cédés au cessionnaire ;
- SR le solde de réassurance avec le cessionnaire ;
- DEV correspond au montant des dépôts en espèce et en valeur du cessionnaire.

► Module de risque de souscription en vie

On a la définition suivante. Elle s'inspire du troisième paragraphe de l'article 105 de la Directive Solvabilité II.

Définition 4.3.3: Le risque de souscription en vie

Le risque de souscription en vie est le risque de perte en fonds propres découlant des engagements d'assurance vie, compte tenu des périls couverts et des procédés appliqués dans l'exercice de cette activité.

1. L'effet d'atténuation, selon l'article 196 du Règlement délégué, correspond à la différence entre le SCR du module souscription nette de réassurance, de titrisation ou de dérivé et le SCR du risque souscription.

2. La valeur pondérée de sureté, selon l'article 197 du Règlement délégué, est égale à la différence entre la valeur des actifs détenus en sûreté et l'ajustement pour tenir compte du risque de marché.

3. La valeur pondérée du prêt hypothécaire, selon l'article 198 du Règlement délégué, est égale à la différence entre la valeur des biens immobiliers à usage résidentiel détenus en tant qu'hypothèque, et l'ajustement pour tenir compte du risque de marché.

Dans ce module de risques, le risque de « mortalité » et le risque de « longévité » selon Solvabilité II sont regroupés en un seul risque, le risque de « mortalité/longévité » dans Solvabilité basée sur les risques. De plus il contient le risque « incapacité/invalidité » et le risque « révision » qui ne se trouvent pas dans la pieuvre marocaine des risques.

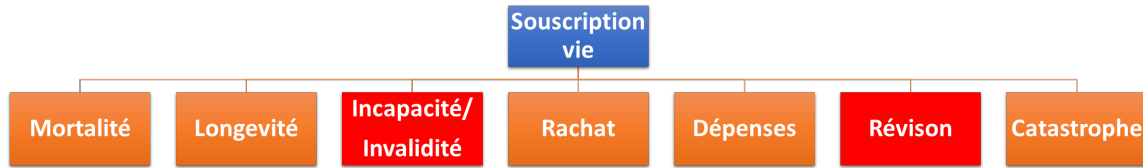


FIGURE 4.6 – Module de risque souscription vie S2

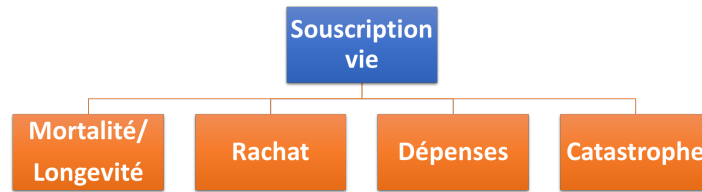


FIGURE 4.7 – Module de risque souscription vie SBR

On note l'effet de diversification au niveau de calcul de l'exigence de capital de ce module pour SII tandis que cette exigence est une somme des exigences de capital de chacun des risques que constitue ce module pour SBR. La formule 4.5 permet de calculer le SCR du module « souscription vie » SBR et la formule 4.6 celui de « souscription vie » SII.

$$SCR_{Life} = SCR_{mort/long} + SCR_{rachat} + SCR_{frais} + SCR_{cat} \quad (4.5)$$

$$SCR_{Life} = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (4.6)$$

où :

- SCR_i et SCR_j correspondent aux exigences de capital des risques i et j du module de risques souscription vie ;
- $\rho_{i,j}$ sont les coefficients de corrélation donnée par la matrice 4.6. Les risques SBR sont parfaitement corrélés.

	Mortalité	Longévité	Invalidité	Dépenses	Révision	Rachat	Cat
Mortalité	1	-0,25	0,25	0,25	0	0	0,25
Longévité	-0,25	1	0	0,25	0,25	0,25	0
Invalidité	0,25	0	1	0,50	0	0	0,25
Dépenses	0,25	0,25	0,50	1	0,50	0,50	0,25
Révision	0	0,25	0	0,50	1	0	0
Rachat	0	0,25	0	0,50	0	1	0,25
Cat	0,25	0	0,25	0,25	0	0,25	1

TABLE 4.6 – Coefficient de corrélation du module risque de souscription vie SII

Pour l'évaluation de l'exigence de capital, les deux normes ont adopté une approche par scénarios. Le tableau 4.7 suivant résume tous les chocs SBR.

Scénarios	Libellé	Table	Choc
Choc mort/long	Choc mort/long-hausse	mortalité	X_1 %
	Choc mort/long-baisse	mortalité	$-X_1$ %
Choc rachat	Choc rachat hausse-nombre	Rachat	Y_1 %
	Choc rachat hausse-nombre	Rachat	$-Y_1$ %
	Choc rachat hausse-montant	Rachat	Z_1 %
	Choc rachat baisse-montant	Rachat	$-Z_1$ %
Choc catastrophe	Choc catastrophe		X %
Choc de frais	Choc de frais		Y %

TABLE 4.7 – Table des chocs pour le risque souscription en vie SBR

De même le tableau 4.8 suivant résume tous les chocs SII.

Scénarios	Libellé	Table	Période	Choc
Choc mortalité	Choc mortalité	mortalité		15 %
Choc longévité	Choc longévité	mortalité		-20 %
Choc incap/ inval	Choc incap/ inval	Entrée en incapacité	1 ^{ère} année	35 %
	Choc incap/ inval		>1 ^{ère} année	25 %
	Choc incap/ inval	Passage en invalidité	1 ^{ère} année	35 %
	Choc incap/ inval		>1 ^{ère} année	25 %
	Choc incap/ inval	Maintien en incapacité		20 %
	Choc incap/ inval	Maintien en invalidité		20 %
Choc rachat	Choc rachat-hausse			50 %
	Choc rachat-baisse			-50 %
	Choc rachat-cat		1 ^{ère} année	40 %
Choc catastrophe	Choc catastrophe	mortalité	1 ^{ère} année	0,15 %
Choc de frais	Choc de frais	Frais		10 %
	Choc de frais	Inflation		1 %

TABLE 4.8 – Table des chocs pour le risque souscription en vie SII

► Module de risque de souscription en non-vie

Nous définissons le risque de souscription en non-vie en s'inspirant du deuxième paragraphe de l'article 105 de la Directive Solvabilité II.

Définition 4.3.4: Le risque de souscription en non-vie

Le risque de souscription en non-vie est le risque de perte en fonds propres découlant des engagements d'assurance non-vie, compte tenu des périls couverts et des procédés appliqués dans l'exercice de cette activité.

Le module de risques souscription en non-vie est constitué comme le présente les figures suivantes :

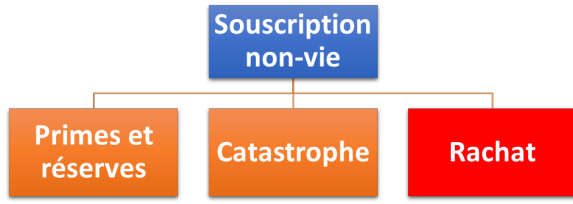


FIGURE 4.8 – Module de risque souscription en non-vie S2

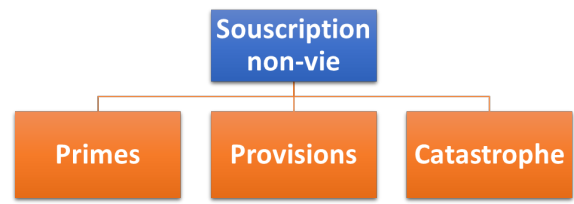


FIGURE 4.9 – Module de risques souscription en non-vie SBR

Les risques relatifs aux primes et aux réserves sont regroupés en un seul risque « primes et réserves » tandis que dans SBR, ces risques sont pris en compte séparément. Le module de risques « souscription en non-vie » SBR ne prend pas en compte le risque de rachat.

Pour évaluer l'exigence de capital pour le risque de « primes et réserves » il faut calculer l'écartype (σ_{nl}) et le volume (V_{nl}) de ce risque. On a les formules suivantes :

$$\sigma_{nl} = \frac{1}{V_{nl}} \cdot \sqrt{\sum_{s,t} \xi_{s,t} \cdot \sigma_s \cdot V_s \cdot \sigma_t \cdot V_t} \quad V_{nl} = \sum_s V_s$$

où :

1. V_s et V_t correspondent à la mesure de volume pour le risque de primes et réserve en non-vie des segments s et t visés à l'annexe G. Pour un segment s donné, la mesure de volume pour le risque de primes et de réserve est donnée par :

$$V_s = (V_{prem,s} + V_{res,s}) \cdot (0,75 + 0,25 \cdot DIV_s)$$

où :

- $V_{(prem,s)}$ correspond à la mesure de volume pour risque de primes du segment s et qui se calcule par la formule suivante :

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

où P_s correspond à la valeur estimée des primes des 12 prochains mois ; $P_{(last,s)}$ correspond à la valeur des primes des 12 derniers mois ; $FP_{(existing,s)}$ est la meilleure estimation des primes futures dans le segment s pour les contrats existants et $FP_{(future,s)}$ la meilleure estimation des primes futures des contrats des 12 derniers mois à comptabiliser ultérieurement dans le segment s ;

- $V_{res,s}$ représente la mesure de volume pour le risque de réserve du segment s ;

2. pour le segment s , l'écartype σ_s se calcule comme suit :

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

où :

- $\sigma_{(prem,s)}$ représente l'écartype du risque de primes en non-vie du segment s conformément à l'annexe G ;
 - $\sigma_{(res,s)}$ représente l'écartype du risque de réserve en non-vie du segment s , tel que visé à l'annexe G.
3. $\xi_{s,t}$ est le coefficient de corrélation entre le risque de primes et réserve pour deux segments s et t différents tels que visés à l'annexe H.

Une fois que toutes ces grandeurs sont évaluées, on calcule facilement le SCR du sous-module de risque « primes et réserve » par la formule suivante :

$$SCR_{nl\text{ prem res}} = 3 \cdot \sigma_{nl} \cdot V_{nl}$$

Pour SBR également, le capital de solvabilité requis pour les risques composant le module de risques souscription en non-vie se calcule par sous-catégorie.

En ce qui concerne le risque lié aux primes et le risque lié aux provisions, l'exigence de capital est égale à la somme des exigences de capital par sous-catégorie.

	Sous-catégorie	Coefficient
1	Sous-catégorie 1	X_1 %
2	Sous-catégorie 2	X_2 %
...	...	...

TABLE 4.9 – Coefficients pour risque de primes non-vie SBR

Et pour une sous-catégorie c , on évalue le SCR pour risque de primes par le produit d'un coefficient X_c par la valeur des primes acquises nette de réassurance à la date d'inventaire. Notons que les méthodes de détermination de ces coefficients ou leur valeur par défaut ne sont pas encore précisées dans SBR.

De même, le SCR pour risque de provisions est le produit d'un coefficient Y_c par la meilleure estimation des engagements pour sinistre nets de réassurance. Mais la valeur de Y_c n'est pas encore fixée dans le Projet de circulaire SBR.

	Sous-catégorie	Coefficient
1	Sous-catégorie 1	Y_1 %
2	Sous-catégorie 2	Y_2 %
...	...	...

TABLE 4.10 – Coefficients pour risque de provisions non-vie SBR

Le sous-module de risques de catastrophe en non-vie selon Solvabilité II est constitué des risques suivants :

- le risque de catastrophe naturelle ($natCAT$);
- le risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle ($npproperty$);
- le risque de catastrophe d'origine humaine ($mmCAT$);
- les autres risques de catastrophe en non-vie ($CATother$).

Le SCR pour ce module est ainsi calculé comme suit :

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

Cette agrégation est obtenue après évaluation des exigences de capital des risques qui constituent le sous-module de risques.

1. Le risque de catastrophe naturelle

Cette exigence de capital est déterminée en fonction de la zone géographique de l'entreprise d'assurance et de réassurance. Ainsi en fonction de la zone géographique et des risques (risque de

tempête, risque de séisme, risque d'inondation, risque de grêle, risque d'affaissement de terrain) encourus une approche par scénario est appliquée. Ici les chocs sont appliqués aux sommes assurées.

$$SCR_{natCAT} = \sqrt{SCR_i^2}$$

où :

- SCR_i est le SCR du risque i qui appartient aux risques suivants : risque de tempête, risque de séisme, risque d'inondation, risque de grêle, risque d'affaissement de terrain. Nous ne donnerons pas les détails de calcul concernant le SCR_i . Si le lecteur le souhaite, il est invité à se référer au Règlement délégué, articles 121 à 125 ;
- SCR_{natCAT} représente l'exigence de capital du sous-module de risques de catastrophe naturelle.

2. Le risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle

La ligne d'activité 28 (*cf.* annexe D) est la seule ligne d'activité qui entre en jeu dans le calcul du SCR de ce sous-module de risques. Ce SCR se calcule, pour chaque contrat entrant dans cette ligne d'activité, comme suit :

$$SCR_{npproperty} = 2,5 \cdot (0,5 \cdot DIV_{npproperty} + 0,5) \cdot P_{npproperty}$$

où :

- $DIV_{npproperty}$ se calcule sur la base des primes acquises en lien avec la ligne d'activité 28 visée à l'annexe D dont la formule, pour un segment s donné, est la formule suivante :

$$DIV_s = \frac{\sum_r (V_{(prem,r,s)} + V_{(res,r,s)})^2}{\left(\sum_r (V_{(prem,r,s)} + V_{(res,r,s)}) \right)^2}$$

où les sommes couvrent l'ensemble des régions géographiques exposées et $V_{(prem,r,s)}$ et $V_{(res,r,s)}$ représentent la mesure de volume pour le risque respectivement de primes et de réserve pour le segment s et la région r ;

- $P_{npproperty}$ est une estimation des primes brutes de réassurance, relativement à la ligne d'activité 28, à acquérir dans les 12 mois à venir.

3. Le risque de catastrophe d'origine humaine

Le champ d'application de ce sous-module de risques s'étend aux risques suivants :

- le risque de responsabilité civile automobile ;
- le risque marin ;
- le risque aérien ;
- le risque incendie ;
- le risque de responsabilité civile ;
- le risque de crédit et caution.

Nous ne donnerons pas les détails de calcul des exigences de capital pour les risques précédemment cités. Si le lecteur le souhaite, il est invité à se référer au Règlement délégué, articles 129 à 134. Toutefois, retenons que l'exigence de capital de ce sous-module de risques est évaluée par la formule suivante :

$$SCR_{mmCAT} = \sqrt{SCR_i^2}$$

où SCR_i représente l'exigence de capital pour le risque i que compose le sous-module de risques « catastrophe d'origine humaine ».

4. Les autres risques de catastrophe en non-vie

L'article 135 du Règlement délégué définit l'exigence de capital du sous-module de risques « autres risques de catastrophe en non-vie » par la perte en fonds propres de base suite à une perte soudaine d'un montant brut de réassurance. Cette exigence se calcule par :

$$SCR_{CATother} = \sqrt{(c_1 \cdot P_1 + c_2 \cdot P_2)^2 + (c_3 \cdot P_3)^2 + (c_4 \cdot P_4)^2 + (c_5 \cdot P_5)^2}$$

où :

- $P_i, i \in \{1, 2, 3, 4\}$ représentent des estimations de la prime brute de réassurance à acquérir au cours des 12 prochains mois relativement aux groupes d'engagements d'assurance et de réassurance 1 à 5 visés à l'annexe I ;
- $c_i, i \in \{1, 2, 3, 4\}$ représentent les facteurs de risque des groupes d'engagements d'assurance et de réassurance 1 à 5 visés à l'annexe I.

Cependant, pour la nouvelle norme marocaine le calcul de l'exigence de capital, pour le risque « catastrophe en non-vie », sera fait par application de scénarios qui ne sont pas renseignés dans le Projet de circulaire SBR mais qui devraient être proposés par l'entreprise d'assurance et de réassurance et soumis à l'approbation de l'autorité de contrôle.

Au final, l'exigence de capital, $SCR_{non-life}$, du module de risques « souscription en non-vie » se calcule comme ceci :

1. Solvabilité basée sur les risques

$$SCR_{non-life} = SCR_{prem} + SCR_{res} + SCR_{cat}$$

où :

- SCR_{prem} est l'exigence de capital pour le risque de primes ;
- SCR_{res} correspond à l'exigence de capital pour le risque de provision et
- SCR_{cat} représente le SCR du risque de catastrophe.

2. Solvabilité II

$$SCR_{non-life} = \sqrt{\rho_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}$$

où :

- SCR_i et SCR_j représentent respectivement les exigences de capital pour le risque i et j du module de risque « souscription en non-vie » ;
- Pour deux risques i et j , leur coefficient de corrélation $\rho_{i,j}$ est donnée par la matrice suivante :

	Primes et réserve	Catastrophe	Rachat
Primes et réserve	1	0,25	0
Catastrophe	0,25	1	0
Rachat	0	0	1

TABLE 4.11 – Coefficient de corrélation du module risque de souscription non-vie SII

► Module de risque de concentration

Nous avons vu précédemment que le risque de « concentration du marché » est un sous-module du module de risques « risque de marché » dans la Directive Solvabilité II. Mais ce risque constitue à lui seul un module de risques pour la nouvelle norme marocaine, Solvabilité basée sur les risques. Néanmoins la définition de ce risque est la même pour les deux normes :

Définition 4.3.5: Le risque « concentration du risque de marché »

Le risque concentration du risque de marché est le risque de perte ou de changement défavorable de la situation financière résultant d'un manque de diversité des émetteurs auxquels l'entreprise d'assurance et de réassurance est exposée.

On note également que l'évaluation des exigences de capital pour les deux normes se repose sur des expositions sur signature unique. Toutefois il réside quelques différences dans l'estimation de ces exigences de capital des deux normes.

En effet, voici ci-dessous les formules de calcul.

1. Solvabilité II

$$SCR_{conc} = \sqrt{\sum_i Conc_i^2} \quad (4.7)$$

où :

- la somme couvre toutes les expositions i sur signature unique ;
- $Conc_i$ représente l'exigence de capital pour concentration de risque de marché sur une exposition de signature unique i . Elle se calcule par la formule ci-dessous :

$$Conc_i = g_i \cdot \max\left\{0; E_i - CT_i \cdot Assets\right\}$$

où :

- E_i représente l'exposition en défaut sur une exposition sur signature unique i qui est incluse dans la base de calcul du sous-module « concentrations du risque de marché » ;
- $Assets$ représente la base de calcul du sous-module « concentrations du risque de marché » ;
- CT_i représente le seuil relatif d'exposition en excès visé à l'annexe J ;
- g_i est le facteur de risque pour concentration de risque de marché visé à l'annexe J.

2. Solvabilité basée sur les risques

L'exigence de capital est égale à la somme des exigences de capital de toutes les expositions sur signature uniques.

$$SCR_{conc} = \sum_i Conc_i \quad (4.8)$$

où i parcourt toutes les expositions sur signature unique et $Conc_i$ représente la perte de fonds propre de la valeur des actifs de l'exposition sur signature unique i et dont la formule est :

$$Conc_i = g_1 \cdot \max\left\{0; E_i - CT_1 \cdot Assets\right\} + g_2 \cdot \max\left\{0; E_i - CT_2 \cdot Assets\right\}$$

où :

- E_i représente l'exposition en défaut sur une exposition sur signature unique i qui est incluse dans la base de calcul du sous-module « concentrations du risque de marché » ;
- $Assets$ représente la base de calcul du sous-module de risques « concentrations du risque de marché » ;
- g_1 et g_2 sont des facteurs de risque qui sont définis conformément au tableau 4.12 ;
- CT_1 et CT_2 représentent des seuils d'exposition en excès visés au tableau 4.12.

Seuil	Facteur de risque
CT_1	g_1
CT_2	g_2

TABLE 4.12 – Seuils des facteurs d'exposition pour concentration risque de marché SBR

Ces chocs et facteurs ne sont pas encore définis dans le Projet de circulaire SBR.

Nous pouvons faire trois observations :

- la première observation est que la formule 4.8 qui est celle qui permet de calculer le SCR pour le risque « concentration du risque de marché » selon la norme SBR ne tient pas compte de la diversification des risques. Il s'agit d'une approche additive considérant que les risques sont 100 % corrélés ;
- la deuxième observation est que, contrairement à S2, les seuils et facteurs de risque sont identiques pour toutes les expositions sur signatures uniques dans SBR ;
- La base de calcul $Assets$ est la même pour les deux normes sauf le dernier point (encadré suivant) qui n'appartient pas à la norme marocaine. L'encadré ci-dessous présente les éléments constitutifs des $Assets$:

Base de calcul du sous-module risques « concentration du risque de marché »

La base de calcul des $Assets$ du sous-module « concentration du risque de marché » est égale à la valeur de tous les actifs détenus par une entreprise d'assurance ou de réassurance, à l'exclusion de ce qui suit :

- ◇ les actifs dont le risque d'investissement est entièrement supporté par les preneurs ;
- ◇ les expositions sur une contrepartie qui appartient au même groupe que l'entreprise d'assurance ou de réassurance ;
- ◇ Les actifs inclus dans le calcul de l'exigence de capital relative au risque de contrepartie ;
- ◇ les actifs d'impôts différés ;
- ◇ les immobilisations incorporelles.

4.3.2 Agrégation des risques inter-modulaire

Une fois que les exigences de capital pour chaque module sont évaluées, le Règlement délégué et le Projet de circulaire SBR proposent une formule standard d'agrégation de risque.

La formule générale pour le calcul du SCR, pour les deux normes, est donnée par la formule suivante :

$$SCR = BSCR + SCR_{Opérationnel} - Adj \quad (4.9)$$

où :

- $BSCR$ désigne le capital de solvabilité requis de base (basic solvency capital requirement en anglais) ;
- $SCR_{Opérationnel}$ représente le capital requis pour le module de risques « risque opérationnel » ;
- Adj est l'ajustement pour tenir compte des effets d'absorption des pertes des provisions techniques et des impôts différés.

Remarque 4.3.1

Le principe de calcul du SCR global par la formule 4.9 n'est pas précisé dans le Projet de circulaire SBR. C'est par pure analogie avec la formule de la Directive Solvabilité II que nous l'adoptons. Ce principe n'engage que nous seul. Toutefois la formule reste équivalente à celle du Projet de circulaire SBR.

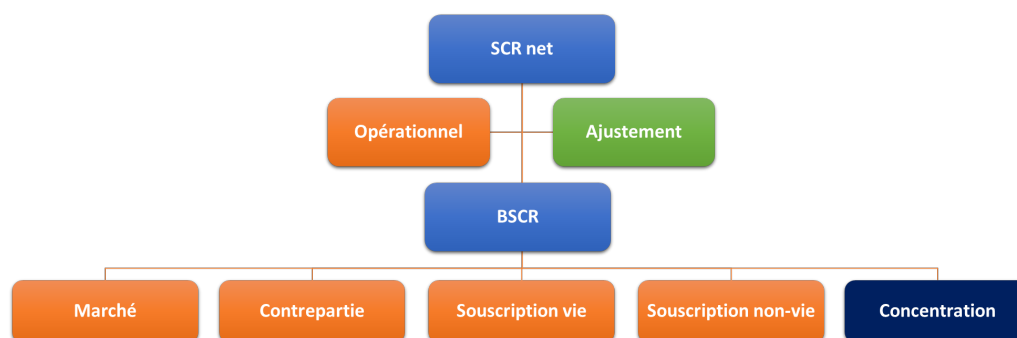


FIGURE 4.10 – Agrégation des risques SBR

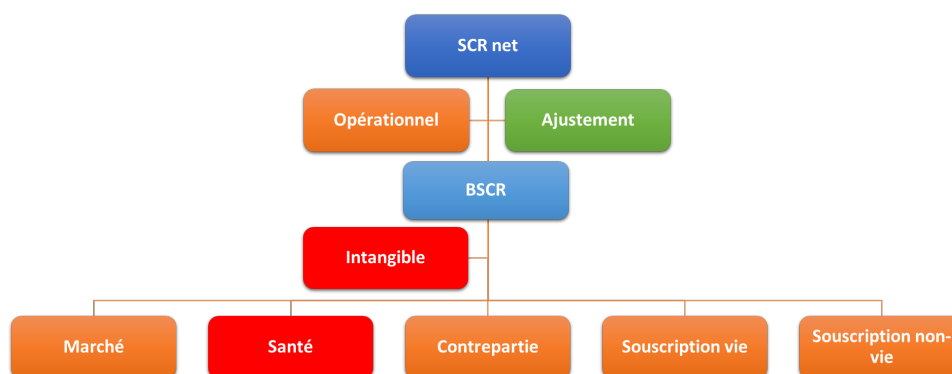


FIGURE 4.11 – Agrégation des risques S2

► Le capital de solvabilité requis de base (BSCR)

Le BSCR est le capital de solvabilité requis avant la prise en compte de tout ajustement et des risques opérationnels.

1. Solvabilité II

La formule pour le calcul du BSCR Solvabilité II est donnée par la formule 4.10 :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{intangible} \quad (4.10)$$

où :

- i et j parcourent tous les modules de risques sauf le risque opérationnel et le risque intangible.
- La matrice $(\rho_{i,j})_{i,j}$ des corrélations entre les risques est donnée par la table 4.13 suivante :

	Marché	Défaut	Vie	Santé	Non-vie
Marché	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Défaut	0,25	1	0,25	0,25	0,50
Vie	0,25	0,25	1	0,25	0
Santé	0,25	0,25	0,25	1	0,25
Non-vie	0,25	0,50	0	0	1

TABLE 4.13 – Coefficient de corrélation BSCR SII

- $SCR_{intangible}$ est l'exigence de capital pour le risque intangible. Elle se calcule par la formule suivante :

$$SCR_{intangible} = 0,8 \cdot V_{intangible}$$

où $V_{intangible}$ désigne le montant des immobilisations incorporelles.

2. Solvabilité basée sur les risques

La formule 4.11 permet de calculer le BSCR pour Solvabilité basée sur les risques :

$$BSCR = \sum_i SCR_i \quad (4.11)$$

On voit clairement à travers les formules 4.10 et 4.11 qui servent au calcul du SCR pour les deux normes que, contrairement à Solvabilité II, Solvabilité basée sur les risques ne prend pas en compte la diversification des risques.

► L'exigence de capital du module de risques opérationnel

La définition du risque opérationnel est la même pour les deux normes. Ainsi selon l'article 3 du Projet de circulaire SBR ou l'article 13 de la Directive Solvabilité II, on a la définition suivante :

Définition 4.3.6: Le risque opérationnel

Le risque opérationnel est « le risque de perte résultant de procédures internes, de membres du personnel ou de systèmes inadéquats ou défectueux, ou d'événements extérieurs »

Le calcul de l'exigence de capital du risque opérationnel est différent pour les deux normes.

1. Solvabilité II

La formule de calcul du SCR selon Solvabilité II est la suivante :

$$SCR_{Opérationnel} = \min\left\{0,3 \cdot BSCR; Op\right\} + 0,25 \cdot Exp_{ul}$$

où :

- $BSCR$ est le capital de solvabilité requis de base ;
- Exp_{ul} désigne le montant des dépenses encourues au cours des 12 derniers mois pour les contrats en unités de compte ;
- Op correspond au capital requis de base pour le risque opérationnel et qui se calcule comme suit :

$$Op = \max\left\{Op_{premiums}; Op_{provisions}\right\}$$

où :

- $Op_{premiums}$ est l'exigence de capital pour risque opérationnel relativement aux primes acquises calculée de la manière suivante :

$$\begin{aligned} Op_{premiums} = & 0,04 \cdot (P_l - P_{l-ul}) + 0,03 \cdot P_{nl} \\ & + \max\left\{0; 0,04 \cdot (P_l - 1,2 \cdot pP_l - (P_{l-ul} - 1,2 \cdot pP_{l-ul}))\right\} \\ & + \max\left\{0; 0,03 \cdot (P_{nl} - 1,2 \cdot pP_{nl})\right\} \end{aligned}$$

où P_l , P_{l-ul} et P_{nl} représentent les primes acquises en vie hors réassurance, les primes acquises en vie pour les contrats unités de compte hors réassurance et les primes acquises en non-vie hors réassurance des 12 derniers mois respectivement ; pP_l , pP_{l-ul} et pP_{nl} représentent les primes acquises en vie hors réassurance, les primes acquises en vie pour les contrats unités de compte hors réassurance et les primes acquises en non-vie hors réassurance des 12 mois précédant les 12 derniers mois respectivement ;

- $Op_{provisions}$ est l'exigence de capital pour risque opérationnel relativement aux provisions techniques qui s'exprime comme suit.

$$Op_{provisions} = 0,0045 \cdot \max\{0; TP_l - TP_{l-ul}\} + 0,003 \cdot \max\{0; TP_{nl}\}$$

où TP_l , TP_{l-ul} et TP_{nl} représentent les provisions techniques vie, les provisions techniques pour les contrats unités de compte et les provisions techniques en non-vie respectivement.

2. Solvabilité basée sur les risques

Selon l'article 57 du Projet de circulaire SBR l'exigence de capital pour le module de risque opérationnel n'est qu'une portion des primes émises à la date d'inventaire. Elle vaut $XX\%$ des primes émises où $XX\%$ est une proportion non encore définie.

$$SCR_{opérationnel} = XX\% \cdot PE$$

où PE correspond à la valeur des primes émises.

► **L'ajustement des effets d'absorption des pertes**

Selon la Directive Solvabilité II, cet ajustement vise à atténuer les pertes subies et qui sont liées à la participation aux bénéfices et des impôts différés. Ainsi l'ajustement Adj est donné par :

$$Adj = Adj_{TP} + Adj_{DT}$$

où :

- Adj_{TP} est l'ajustement pour tenir compte de l'effet d'absorption des pertes des provisions techniques. Il est calculé comme suit :

$$Adj_{TP} = \max \left\{ \min \{ BSCR - nBSCR; FDB \}; 0 \right\}$$

où :

- $BSCR$ est le capital de solvabilité requis de base
- $nBSCR$ est le capital de solvabilité requis de base net. Il se calcule par deux approches. Une première approche, celle du scénario équivalent, qui consiste à choquer simultanément tous les modules de risques. Dans ce cas $nBSCR$ est équivalent à la variation de la NAV. La seconde méthode est l'approche modulaire où le $nBSCR$ est calculé pour chaque module ;
- FDB désigne le fonds des prestations discrétionnaires futures.
- Adj_{DT} représente la capacité d'absorption des pertes des impôts différés. On le calcule en supposant qu'il y a une perte instantanée d'un montant équivalent de $BSCR + Adj_{TP} + SCR_{opérationnel}$. L'ajustement résulte de la variation des impôts différés suite à cette perte. Il ne peut être négatif.

Il est prévu un ajustement du capital de solvabilité requis dans le Projet de circulaire SBR notamment en sa sous-section 7 de la section 5 qui définit les règles de calcul du capital de solvabilité requis. Cependant, au moment où nous rédigeons ce mémoire, sa définition est en cours et aucune méthode ni formule ne sont précisées.

Troisième partie

Mise en œuvre pratique : Calcul de la meilleure estimation des provisions techniques d'un portefeuille emprunteur

Introduction

Les premières parties de ce mémoire ont permis de préciser les principes de la Directive Solvabilité II et ceux de la nouvelle norme marocaine Solvabilité basée sur les risques. Dans ces parties il s'est agi de relever les différences et les quelques ressemblances entre les deux normes.

Cette nouvelle partie est celle de l'illustration pratique. A partir d'un portefeuille emprunteur d'un assureur français moyennant quelques modifications pour préserver la confidentialité, nous allons calculer la meilleure estimation des provisions techniques.

Cette partie est organisée en deux chapitres. Dans le premier chapitre il s'agira de présenter le contrat d'assurance emprunteur. Le second chapitre est consacré à la présentation du portefeuille d'étude d'une part et au calcul de la meilleure estimation.

L'assurance emprunteur

L'objectif de ce chapitre est de décrire l'assurance emprunteur. Après l'avoir définie, nous parlerons tout le long de ce chapitre des contrats entrant dans le périmètre de l'assurance emprunteur. Nous parlerons également des garanties couvertes par ces types de contrats.

L'essentiel de ce chapitre

- ✓ L'assurance emprunteur protège le preneur de crédit contre les risques de décès, d'incapacité de travail, d'invalidité ou de perte d'emploi ;
- ✓ On distingue les contrats collectifs des contrats individuels ;
- ✓ Ces contrats peuvent être à remboursements constants, à amortissements constants ou à remboursements *In fine* ;
- ✓ Le portefeuille étudié, celui d'un assureur français, ne prend pas en compte le risque perte d'emploi ;
- ✓ Dans le cas de Solvabilité II, le portefeuille emprunteur, à travers le risque de décès, prend en compte le risque souscription vie. Il prend en compte le risque de souscription en santé similaire à la vie ;
- ✓ Compte tenu du fait que le risque d'incapacité de travail et le risque d'invalidité ne sont pas pris en compte dans la nouvelle norme marocaine, le portefeuille emprunteur dans le cadre de Solvabilité basée sur les risques ne prend en compte que le risque de souscription vie.

5.1 Définition de l'assurance emprunteur

Il est courant de voir les assurés souscrire à un contrat d'assurance pour garantir les emprunts qu'ils contractent auprès des établissements de crédit. Cette assurance les garantit contre le risque de non remboursement du crédit à l'échéance. Ce risque est souvent lié à un événement désagréable, le plus souvent le décès, l'invalidité, l'incapacité, le chômage, qui pourrait survenir avant le terme du contrat. On parle d'assurance emprunteur.

Le site d'information publique « Assurance Banque Épargne Info Service » propose une définition simple de l'assurance emprunteur qui est la suivante :

Définition 5.1.1: L'assurance emprunteur

L'assurance emprunteur est une assurance qui garantit la prise en charge de tout ou partie des échéances de remboursement ou du capital restant dû d'un crédit en cas de survenance de certains événements, le plus souvent le décès, la perte totale et irréversible d'autonomie, l'invalidité permanente, l'incapacité temporaire de travail et la perte d'emploi.

En somme, l'assurance emprunteur non seulement garantit le niveau de vie de l'emprunteur et celle de sa famille mais aussi rassure l'établissement de crédit quant à la recouvrabilité de ces fonds. En effet si un des risques couverts par cette assurance se manifeste, l'emprunteur se trouve généralement en incapacité de rembourser le crédit. Dans cette condition, l'assureur se substitue à l'emprunteur (donc son assuré) et rembourse à l'établissement de crédit le capital restant dû ou les mensualités restantes jusqu'à l'échéance de l'emprunt. Notons que l'assurance emprunteur n'est pas obligatoire mais constitue pour les établissements de crédit un gage pour le remboursement du prêt accordé.

Un contrat d'assurance est un contrat tripartite. Il lie l'assureur, le souscripteur (l'emprunteur) et l'établissement de crédit.

5.2 Les différentes catégories de contrat d'assurance emprunteur

Il existe deux catégories de contrats d'assurance emprunteur. Nous avons les contrats collectifs et les contrats individuels. Ils se distinguent généralement par leurs tarifs.

5.2.1 Les contrats collectifs

Les contrats collectifs sont des contrats pour lesquels c'est l'établissement de crédit qui les conclut avec un assureur et les propose aux emprunteurs. Le tarif applicable est le même pour tous les demandeurs de crédit.

L'avantage de cette catégorie de contrat est la facilité d'adhésion, les risques sont mutualisés et ses coûts réduits du fait du grand nombre de personnes assurés.

Il existe néanmoins des inconvénients pour ces contrats collectifs. En effet le contrat d'assurance emprunteur collectif ne distingue pas les personnes âgées des jeunes. Il ne distingue pas non plus l'état de santé de l'emprunteur ou encore sa catégorie socio-professionnelle. Dans ces conditions, les jeunes, les personnes prenant soin de leur santé ou encore celles qui font des activités physiques moins épuisantes sont désavantagées.

5.2.2 Les contrats individuels

Contrairement au contrat collectif, dans un contrat individuel, le preneur de crédit, pour garantir son crédit, souscrit à une assurance de son choix. Il a l'avantage d'être personnalisé et sur mesure. Il prend ainsi en compte l'âge, l'état de santé, la catégorie socio-professionnelle de l'assuré.

Son inconvénient c'est qu'il devient plus onéreux aux « mauvais » risques.

5.3 Les garanties couvertes par les contrats d'assurance emprunteur

La plupart des contrats d'assurance et des établissements de crédit exigent un certain nombre de garanties avant d'accorder le crédit. On rencontre le plus souvent trois garanties :

- la garantie décès ;
- la garantie arrêt de travail et
- la garantie perte d'emploi (chômage).

5.3.1 La garantie décès

Elle est la garantie primordiale dans un contrat d'assurance emprunteur. En cas de décès, l'entreprise d'assurance se substitue à l'assuré et paie le capital restant dû du crédit à l'établissement de crédit.

Toutefois cette garantie est soumise à une limite d'âge et peut ou non couvrir l'assuré jusqu'au terme du contrat. Selon la loi française¹ le risque de suicide n'est couvert qu'à partir de la deuxième année. Donc en fonction de ces limitations et exclusion, l'assureur peut ou non rembourser la somme assurée, le capital restant dû.

La perte totale et irréversible d'autonomie (PTIA) est aussi couverte par la garantie décès. Elle couvre l'assuré en cas d'incapacité totale et irréversible et ayant la nécessité de recourir à une tierce personne pour les actes ordinaires de la vie courante, donc étant dans l'incapacité d'exercer une activité rémunératrice de revenu.

5.3.2 La garantie arrêt de travail

L'arrêt de travail correspond à une incapacité temporaire de travail ou d'une invalidité permanente de l'assuré.

On distingue l'invalidité permanente totale (IPT) (cas d'incapacité totale au travail) et l'invalidité permanente partielle (IPP). Dans le premier cas (IPT) l'assuré doit présenter un taux d'incapacité supérieur ou égal 66 % contre un taux au moins égal à 33 % et inférieur à 66 % pour l'IPP. Dans les deux cas, l'assureur se charge de rembourser le capital restant dû à l'établissement de crédits.

Si du fait d'une maladie ou d'un accident, une interruption temporaire totale est constatée, on parle d'incapacité temporaire de travail. Dans ce cas, l'assureur se chargera de rembourser, au prêteur, les mensualités dues pendant la période d'arrêt de travail jusqu'à la reprise du travail par l'assuré.

1. cf. art. L132-7 du Code des assurances français

5.3.3 La garantie perte d'emploi

Un preneur de crédit peut se retrouver au chômage perdant ainsi sa capacité de rembourser son crédit ainsi que les intérêts à l'établissement de crédit. C'est pour cette raison que certaines institutions financières exigent cette couverture. Elle est toutefois facultative.

5.4 Les types de contrat

Il existe trois types de contrat qui se distinguent par le mode de remboursement du prêt. On a des contrats dont le remboursement des prêts est constant, l'amortissement est constant et les prêts à remboursement *In fine*.

Les prêts à remboursements constants sont des prêts dont les mensualités sont constantes. L'emprunteur paie le même montant à chaque échéance.

Dans le cas des prêts à amortissements constants, l'emprunteur rembourse une part constante du crédit à chaque échéance. Ce sont les montants payés au titre des intérêts sur crédit qui varie en fonction du capital restant dû.

Les prêts à remboursement *In fine* se caractérisent par le remboursement de la totalité du prêt à la fin du contrat. Au cours de la durée du contrat, le preneur de crédit ne paie que les intérêts sur crédit. Ce type de contrat est de moins en moins proposé, le mode de remboursement étant très risqué pour l'établissement de crédit.

5.5 Les risques liés au portefeuille emprunteur

Dans la réglementation européenne, suivant les garanties couvertes, le portefeuille emprunteur est logé dans plusieurs modules de risques. En effet la garantie décès est considérée comme un risque de « souscription en vie », la garantie arrêt de travail est traitée dans le module de risque de « souscription santé » mais particulièrement dans le sous-module de risques santé similaire à la vie. La garantie perte d'emploi est traitée dans le module de risques « souscription en non vie ».

Rappelons que le risque de souscription en santé n'est pas pris en compte dans la norme que le Maroc est entrain de mettre en place. L'assurance emprunteur est considérée au Maroc comme un risque de « souscription en vie ». Elle ne couvre pas la perte d'emploi.

Après avoir décrit l'assurance emprunteur, le chapitre suivant se chargera de la modélisation d'un portefeuille emprunteur et le calcul du *best estimate* des provisions techniques.

Modélisation et calcul du *best estimate*

Les parties précédentes de ce mémoire ont été consacrées à une présentation des normes SII et SBR. Ce chapitre est consacré à la modélisation d'un portefeuille emprunteur dans le cadre des deux normes.

Notons que le calcul de cet *best estimate* prend en compte les flux futurs des primes, des prestations et des commissions. Les primes et les prestations dépendent des capitaux initiaux ou des capitaux restants ou encore des mensualités, du nombre d'assurés actifs et du nombre d'assuré décédés et en arrêt de travail.

Dans ce chapitre, nous décrirons le portefeuille à notre disposition avec quelques statistiques descriptives. Après une brève présentation du modèle nous projetterons les mensualités, les capitaux restants dus ainsi que les nombres d'assurés actifs, décédés ou en arrêt de travail puis calculerons le *best estimate*.

Notre objectif est de comparer les meilleures estimations des provisions techniques.

L'essentiel de ce chapitre

- ✓ Le portefeuille étudié est celui d'un assureur français dont nous taisons le nom pour confidentialité ; il ne prend pas en compte le risque de perte d'emploi ; il contient 7738 contrats dont 7633 prêts amortissables et 105 prêts *In fine* ; nous n'avons travaillé que sur la base des actifs ;
- ✓ L'âge moyen des assurés est de 41,89 ans ; la durée moyenne des prêts est de 170,57 mois ; le capital initial moyen emprunté est de 11 455,76 € ;
- ✓ Un assuré preneur de crédit peut à un moment donné, selon SII, être valide, être en incapacité de travail, être en invalidité, racheter son contrat ou décédé ; on peut donc le modéliser par une chaîne de Markov à 5 états ;
- ✓ Étant donné que les risques incapacité et invalidité ne sont pas pris en compte dans le cas de SBR, la chaîne de Markov modélisant le portefeuille est à 4 états : valide, « sortie en rente », rachat, et décès ;
- ✓ Les mensualités sont calculées sur la base du capital restant dû à $t = 0$;
- ✓ Une fois que la mensualité est calculée, le capital restant dû à la date t est la différence entre la valeur capitalisée du capital restant dû à la date $t - 1$ en t et la mensualité ; sans que cette différence ne soit nulle ;
- ✓ Dans le cadre de SII, le nombre des assurés actifs à la date t sont ceux qui étaient actifs à la date $t - 1$ et qui ne sont pas décédés, qui ne sont pas entrés en incapacité et qui n'ont pas racheté leur contrat ; l'entrée en invalidité n'est pas modélisée ;

- ✓ Pour SBR, à la date t le nombre d'actifs est égal à ceux qui l'étaient à la date $t - 1$, qui ne sont pas décédés, qui n'ont pas racheté leur contrat et qui ne sont pas sortis en rente ; on suppose que le taux moyen de sortie en rente est de 0,25% (qui correspond au taux d'entrée en incapacité observée sur le portefeuille) ;
- ✓ Le nombre de décès SII est égal au nombre d'actifs à la date $t - 1$, qui ne sont pas entrés en incapacité, qui n'ont pas racheté leur contrat mais qui sont décédés ;
- ✓ Le nombre de décès SBR, correspond aux actifs en $t - 1$ qui ne sont pas sortis en rente, qui n'ont pas racheté leur contrat mais qui sont décédés ;
- ✓ Le nombre d'assurés en incapacité est constitué des nouveaux c'est-à-dire les actifs à la date $t - 1$ qui sont entrés en incapacité à la date t d'une part et de tout ceux qui étaient en incapacité depuis la date de calcul et qui se sont maintenus jusqu'à $t - 1$;
- ✓ Le nombre d'assurés en invalidité est constitué des nouveaux c'est-à-dire les actifs à la date $t - 1$ qui sont entrés en invalidité ; de tout ceux qui étaient en incapacité depuis la date de calcul jusqu'à $t - 1$ et qui se sont maintenus et qui sont passés en invalidité et ceux qui étaient en invalidité depuis la date de calcul et qui se sont maintenus jusqu'à la date $t - 1$;
- ✓ Le nombre de sorties en rente à la date t est égal à la somme de tout ceux qui l'étaient jusqu'en $t - 1$ et qui se sont maintenus d'une part et les actifs nouvellement sortis en rente ; un proxy du taux de maintien a été obtenu sur la base d'un individu sinistré moyen ;
- ✓ Les cash-flows entrant dans le calcul du *best estimate* sont les primes, les prestations, les frais de gestion et les commissions (fixes et variables) ;
- ✓ La prime globale est calculée sur l'assiette du capital initial assuré et le nombre d'actifs ;
- ✓ La prime décès se calcule en fonction de la durée du contrat par garantie. En dessous de la fin du contrat pour l'arrêt du travail, elle vaut 80 % de la prime globale, au delà et jusqu'à la fin de la garantie décès elle vaut toute la prime globale ;
- ✓ La prestation est calculée par garantie et en fonction du capital restant dû ;
- ✓ Avec ces hypothèses, le *best estimate* SBR est plus important que celui de SII. Mais aucune conclusion ne peut être tirée.

6.1 Description du portefeuille étudié

Le portefeuille étudié est un portefeuille d'un assureur français pour lequel nous garderons l'anonymat. Ces données sont néanmoins retraitées pour garder leur confidentialité. Les données disponibles sont les données de l'année 2018. Nous supposons donc que la date de calcul est le 31 décembre 2018.

Le portefeuille contient 7738 preneurs de crédits. Il contient deux types de prêts : les prêts amortissables (non différés) et les prêt *In Fine*.

6.1.1 Quelques statistiques descriptives

Nous calculons ici quelques statistiques descriptives sur le portefeuille :

Le nombre de prêts par type de prêt.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de polices par type de contrat :

Type de prêt	Nb polices	Proportion
Amortissable	7633	99 %
In Fine	105	1 %
Total	7738	100 %

TABLE 6.1 – Nombre de police par type de contrat

Les contrats *In Fine* représentent 1,38 % du portefeuille. Ils sont rarement proposés aux clients car biens risqués pour l'établissement de crédit.

Statistiques par rapport au capital assuré

Nous supposons qu'à la date de calcul, le capital assuré est le capital restant dû.

Tranche CRD	Nombre assuré	Quotité moyenne	Capital initial moyen	Durée moyenne prêt
[0, 5000]	376	98	11830	160
]35000, 40000]	43	100	7485	139
]40000, 45000]	7319	99	11460	171
Total	7738	99	11456	171

TABLE 6.2 – Nombre de police par type de contrat

Statistiques par rapport à l'âge de l'assuré à la date de calcul

âge au 31/12/2018	Nombre assuré au 31/12/2018	Quotité moyenne au 31/12/2018	Capital initial moyen au 31/12/2018	Durée moyenne prêt au 31/12/2018	age moyen au 31/12/2018
moins de 25	47	97	15940	177	22
25, 30	515	97	16455	176	27,49
30, 35	986	98	13907	174	32,16
35, 40	1645	99	11275	174	37,08
40, 45	1865	99	10461	173	42
45, 50	1293	100	10385	170	46,63
50, 55	619	99	10263	163	52
55, 60	472	100	10282	159	56,82
plus 60	296	100	10196	152	62,82
Total	7738	99	11456	171	42

TABLE 6.3 – Nombre de police par type de contrat

Les adultes dont l'âge se situe entre 35 et 50 ans contractent beaucoup plus de prêts. On peut bien remarquer que le capital initial moyen au 31 décembre 2018 est plus élevé pour les jeunes de 25 à 40 ans. Ceci s'explique par le fait que généralement les gens contractent des prêts quand ils sont jeunes. Il en est de même pour la durée moyenne du prêt.

6.1.2 Les risques couverts par le portefeuille

Comme tout portefeuille emprunteur, le portefeuille étudié couvre les risques de décès et d'arrêt de travail. Par contre il ne couvre pas la perte d'emploi.

En conséquence pour l'évaluation de l'exigence de capital dans le cadre de Solvabilité II, les modules de risques pris en compte sont le module de risques « souscription en vie » et celui de « souscription santé similaire à la vie ». Au Maroc, le portefeuille emprunteur est traité dans le module de risques de « souscription vie ». D'ailleurs le risque de souscription santé n'est pas pris en compte.

6.2 Hypothèses et paramètres de calculs

Les hypothèses sur lesquelles nous nous basons sont celles qui sont liées au portefeuille que nous disposons et de l'assureur. Nous résumons ces hypothèses et les paramètres de calcul dans le tableau ci-dessous :

Paramètres de modélisation	Valeurs S2	Valeurs SBR
Taux de chute constaté ces dernières années	4 %	4 %
Taux de frais de gestion assureur	7,26 %	7,26 %
Taux d'entrée en incapacité ¹	0,25 %	0,25 %
Part des cotisations Incapacité/Invalidité	20 %	20 %
Sinistre à payer Incapacité/Invalidité	Les sinistres ne sont pas modélisés. L'étude porte sur les actifs.	
Rémunération établissement de crédit	18 %	18 %
Participation au résultat établissement de crédit	65 %	65 %
Rémunération assureur	18 %	18 %
Participation au résultat assureur	35 %	35 %
Table de mortalité	TD 88-90 abattue de 63 %	TD 88-90 abattue de 63 %
Courbe des taux	Courbe des taux EIOPA du 31/12/2018	Celle que nous avons construite à la page 65
Taux d'entrée en incapacité	L'entrée en incapacité n'est pas modélisé.	

TABLE 6.4 – Les hypothèses et les paramètres

6.3 Quelques notations communes

Nous considérons les notations suivantes dans la suite de ce mémoire. Les cotisations sont versées mensuellement. Nous choisissons le pas de temps mensuel pour la projection des flux. Les formules de certaines notations peuvent être consultées à l'annexe K.

1. La norme marocaine parle de taux de sortie en rente. Nous considérons que cette valeur est la même que nous ne disposons pas de données pour l'estimer. Il sera noté t_{sr} .

Notation	Descriptif
x_t	âge de l'assuré à la date t (ici le mois)
T	Durée de projection : c'est la durée restante du prêt
T_{diff}	Durée restante de la période du prêt différé
i_t^m ou i_t^f	Facteur d'actualisation des taux zéro mensualisé au milieu du mois ou à la fin du mois (cf. formules K.1 et K.2)
τ_t	Courbe des taux à la date t (cf. formule K.3)
t_a	Taux assurance annuel
CI	Capital initial financé
Q	Quotité assuré
t_a^m	taux assurance mensuel qui est le 12 ^{ième} du taux annuel
t_p	Taux de prêt annuel
t_p^m	Taux de prêt mensuel qui est le 12 ^{ième} du taux annuel
CRD_0	Capital restant dû à la date de calcul (31/12/2018)
CRD_t	Capital restant dû à la date de t
$mensu$	Mensualité du prêt
$txChute_t$	Taux chute annuel : 4% supposé constant
$txChute_t^m$	Taux de chute mensuel (cf. formule K.5)
q_{x_t}	Probabilité de décès calculée à partir de la table de mortalité TD 88-90 abattue de 63%
$q_{x_t}^m$	Probabilité que l'assuré d'âge x_t décède avant x_{t+1} , mensualisé (cf. formule K.4)
$tei_{x_t}^1$	Taux d'entrée en incapacité annuel à l'âge x_t
$tei_{x_t}^m$	Taux d'entrée en incapacité mensuel à l'âge x_t
tev_{x_t}	Taux d'entrée en invalidité annuel à l'âge x_t : non modélisé, 0%
$l_{inc}(x_t, anc.inc)$	Loi de maintien en incapacité : nombre de personnes d'âge x_t et d'ancienneté en incapacité $anc.inc \Rightarrow$ Table « Maintien en incapacité », BCAC 2010
$P_{main}(x_t, anc.inc)$	Probabilité de maintien jusqu'à l'ancienneté en incapacité $anc.inc$, pour un assuré d'âge $x_t \Rightarrow$ Table « Maintien en incapacité », BCAC 2010
$txpas.inv(x_t, anc.inv)$	Taux de passage de l'incapacité en invalidité pour un assuré d'âge x_t et d'ancienneté en incapacité $anc.inc \Rightarrow$ Table « Maintien en invalidité », BCAC 2010
$l_{inv}(x_t, anc.inv)$	Loi de maintien en invalidité : nombre de personnes d'âge x_t et d'ancienneté en invalidité $anc.inv$ (cf. formule K.6) $\Rightarrow$ Table « Maintien en invalidité », BCAC 2010
$P_{main.inv}(x_t, anc.inv)$	Probabilité de maintien jusqu'à l'ancienneté en invalidité $anc.inv$, pour un assuré d'âge x_t (cf. formule K.7) $\Rightarrow$ Table « Maintien en invalidité », BCAC 2010

TABLE 6.5 – Quelques notations communes

6.4 Modèle de modélisation

L'assuré qui contracte un prêt peut se trouver, à un instant donné, dans un état. C'est-à-dire il peut soit être valide, soit être en incapacité de travail, soit être en invalidité, soit racheter son contrat ou soit décéder. Le nombre d'états dans lesquels peut se trouver l'assuré est fini. De plus l'évolution future de l'état de l'assuré ne dépend que de son état précédent. Ainsi cette évolution de l'état de l'assuré peut être modélisée par une chaîne de Markov.

La sous-section suivante présentera la définition d'une chaîne de Markov et quelques propriétés de ces dernières. La deuxième section parlera du modèle choisi pour la projection de notre portefeuille.

6.4.1 Les chaines de Markov

On se place dans l'espace de probabilité $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$. Soit $(X_n)_{n \geq 0}$ une suite de variables aléatoires dans un espace d'états E fini ou dénombrable. On a la définition suivante :

Définition 6.4.1: Chaîne de Markov

Le processus $(X_n)_{n \geq 0}$ à valeur dans E est une chaîne de Markov si $\forall n \in \mathbb{N}, \forall x_0, x_1, \dots, x_n$ et $y \in E$ on a :

$$\mathbb{P}(X_{n+1} = y | X_0 = x_0, \dots, X_n = x_n) = \mathbb{P}(X_{n+1} = y | X_n = x_n)$$

Cette définition précise que l'évolution future de la variable X_n ne dépend de son passé qu'à travers sa valeur actuelle (cf. [Lachieze-Rey \(2017\)](#)).

On a la caractérisation suivante des chaines de Markov :

Proposition 6.4.1: Caractérisation des chaines de Markov

Soit E et F deux ensembles dénombrables. Soit $f : E \times F \times \mathbb{N} \rightarrow E$. Soit X_0 à valeurs dans E et $(Y_n)_{n \geq 0}$ à valeurs dans F indépendantes et indépendantes de X_0 . Alors le processus définit par :

$$X_{n+1} = f(X_n, Y_{n+1}, n), n \geq 1,$$

est une chaîne de Markov.

Cette caractérisation permet de dire qu'une chaîne de Markov est une chaîne dynamique qui construit pas à pas, dans un cadre déterministe, à partir de x_0 la suite $(x_n)_{n \geq 0}$.

Posons $P_{xy} = \mathbb{P}(X_{n+1} = y | X_n = x)$. La quantité P_{xy} est la probabilité d'aller de l'état x à l'état y .

Définition 6.4.2: Matrice de passage

La matrice $P = (P_{xy})_{x,y \in E}$ est dite matrice de passage ou matrice markovienne ou encore matrice stochastique. Elle possède les propriétés suivantes :

- $\forall x \in E :$

$$\sum_{y \in E} P_{xy} = 1$$

- $\forall x, y \in E, P_{xy} \geq 0$.

Définition 6.4.3: Chaîne de Markov homogène

Lorsque la matrice $P = (P_{xy})_{x,y \in E}$ est indépendante du temps n , la chaîne de Markov $(X_n)_{n \geq 0}$ est dite *homogène*.

D'après cette définition, une chaîne de Markov est dite homogène si :

$$P_{xy} = \mathbb{P}(X_{n+1} = y | X_n = x) = \mathbb{P}(X_1 = y | X_0 = x)$$

Appliquons alors cette modélisation au portefeuille emprunteur que nous disposons.

6.4.2 Modélisation du portefeuille emprunteur

Nous travaillons sur un portefeuille qui couvre l'arrêt de travail et le décès. L'assuré peut alors être soit valide, soit en état d'incapacité de travail, soit invalide, soit racheté le contrat ou être décédé.

L'état d'un assuré, dans le cadre de Solvabilité II, peut donc être modélisé par une chaîne de Markov à cinq (5) états :

Etat 1 L'assuré est valide ;

Etat 2 L'assuré a racheté son contrat ;

Etat 3 L'assuré est en état d'incapacité de travail ;

Etat 4 L'assuré est invalide ;

Etat 5 L'assuré est décédé.

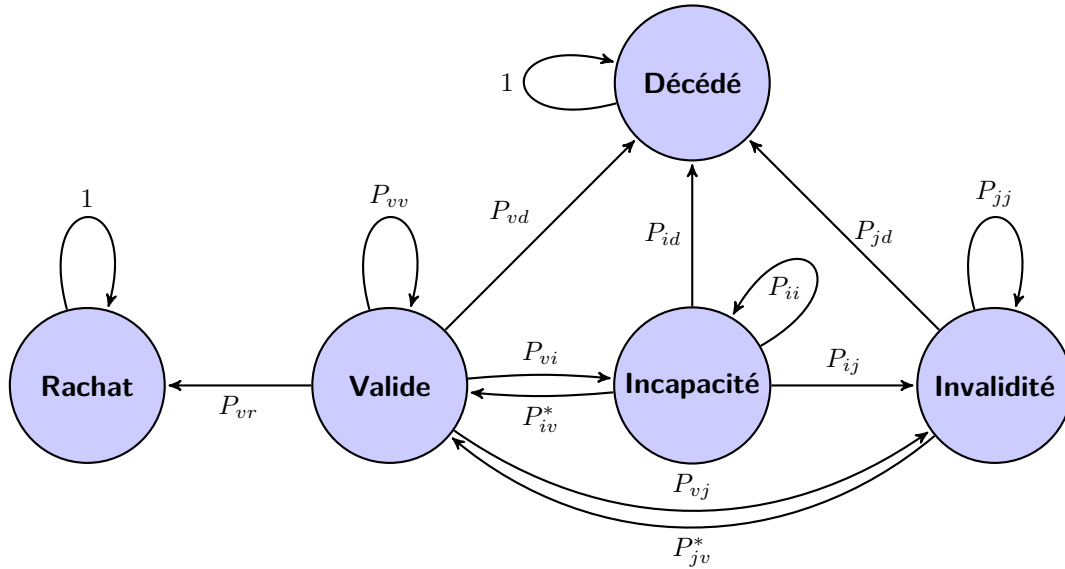


FIGURE 6.1 – Chaîne de Markov SII

Ci-dessus (figure 6.1) le diagramme des états du processus des états de l'assuré dans le cadre de Solvabilité II.

La matrice de transition est donnée par :

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} Valide & Incap & Inval & Rachat & Décès \end{matrix} \\ \begin{matrix} Valide \\ Incap \\ Inval \\ Rachat \\ Décès \end{matrix} & \begin{pmatrix} P_{vv} & P_{vi} & P_{vj} & P_{vr} & P_{vd} \\ P_{iv}^* & P_{ii} & P_{ij} & 0 & P_{id} \\ P_{jv}^* & P_{ji} & P_{jj} & 0 & P_{jd} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

où pour la ligne « Valide » la lecture des probabilités se fait comme suit et reste pareil pour les autres lignes :

- P_{vv} est la probabilité de demeurer valide ;
- P_{vi} représente la probabilité de passer de l'état valide à l'état d'incapacité ;
- P_{vj} correspond à la probabilité qu'un assuré valide passe en état d'invalidité ;
- P_{vr} est la probabilité de l'assuré valide de racheter son contrat.

Remarque 6.4.1

On observe des valeurs nulles dans la matrice de transition notamment pour les lignes ou colonnes correspondant au « Rachat » ou « Décès ». Cela est dû au fait que une fois que l'assuré a racheté son contrat ou qu'il est décédé, il ne peut revenir dans son état valide, d'incapacité ou d'invalidité.

Cependant pour Solvabilité basée sur les risques, comme nous le disions plus haut, la distinction de les risques d'incapacité et d'invalidité ne sont pas pris en compte dans la norme. Il n'y a qu'une sortie en rente. De ce fait, l'assuré sera plutôt dans quatre (4) états qui sont :

Etat 1 L'assuré est valide ;

Etat 2 L'assuré a racheté son contrat ;

Etat 3 L'assuré est sortie en rente ;

Etat 4 L'assuré est décédé.

Le diagramme des états se présentent comme suit :

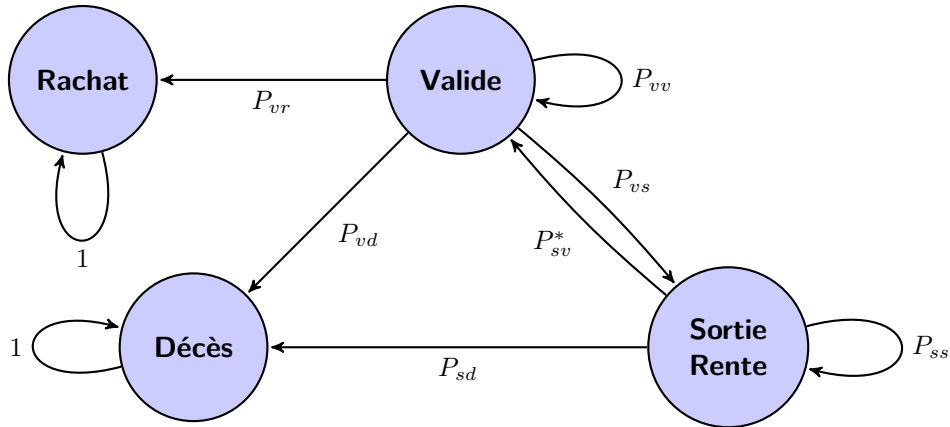


FIGURE 6.2 – Chaîne de Markov SBR

et sa matrice de transition comme ceci :

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} Valide & SortieR & Rachat & Décès \end{matrix} \\ \begin{matrix} Valide \\ SortieR \\ Rachat \\ Décès \end{matrix} & \begin{pmatrix} P_{vv} & P_{vs} & P_{vr} & P_{vd} \\ P_{sv}^* & P_{ss} & 0 & P_{sd} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

où « *SortieR* » est la sortie en rente.

Remarque 6.4.2

Les probabilités « étoilées » : P_{sv}^* , P_{iv}^* et P_{jv}^* correspondant respectivement à la probabilité qu'un assuré sorti en rente recouvre son état valide, la probabilité qu'un assuré en incapacité de travail redevienne valide et la probabilité qu'étant en invalidité, un assuré redevienne valide ne sont pas modélisées dans l'outil.

Ces probabilités de passage d'un état à un autre permettent de modéliser le nombre d'assurés en état d'invalidité ou en état d'incapacité. Dans la suite de cette partie il s'agira de d'estimer les flux futurs afin de calculer le *best estimate*.

6.5 Évolution des mensualités

Pour le remboursement de son prêt, l'assuré paie régulièrement des mensualités. Ces mensualités comprennent en général une partie du capital initial et une partie des intérêts sur capital. Elles dépendent généralement du fait que le prêt soit amortissable ou non.

6.5.1 Cas de prêt amortissable

Les mensualités se distinguent aussi du fait que le prêt soit différé ou non :

1. Prêt amortissable non différé

Pour les prêts amortissables non différés, la mensualité vaut :

$$mensu = \begin{cases} \frac{CRD_0 \times Q}{T} & \text{si } t_p = 0 \% \\ \frac{CRD_0 \times Q \times t_p^m}{1 - (1 + t_p^m)^{-T}} & \text{si } t_p > 0 \% \end{cases} \quad (6.1)$$

où t_p est le taux de prêt.

2. Prêt amortissable différé

Ici on distingue le cas où la date de projection se situe avant la date du différé ou non.

- si $t \leq T_{diff}$ alors :

$$mensu = CRD_0 \cdot Q \cdot t_p^m \quad (6.2)$$

- si $T_{diff} < t \leq T$ alors :

$$mensu = \begin{cases} \frac{CRD_0 \cdot Q}{T - T_{diff}} & \text{si } t_p = 0 \% \\ \frac{CRD_0 \cdot Q \cdot t_p^m}{1 - (1 + t_p^m)^{-(T - T_{diff})}} & \text{si } t_p > 0 \% \end{cases} \quad (6.3)$$

où t_p est le taux de prêt.

6.5.2 Cas des prêts *In Fine*

Pour les prêts *In Fine* la mensualité se calcule comme ci-dessous :

$$mensu = \frac{1}{12} \cdot CRD_0 \cdot Q \cdot t_p \quad (6.4)$$

Une fois que la mensualité est payée, elle est déduite du capital initial. Projetons le capital initial.

6.6 Projection des capitaux restants dû

Le capital restant dû, en un instant donné, désigne le montant restant du capital initial à rembourser, après paiement des mensualités.

Dans cette section nous projetons le capital restant dû. Sa formule de calcul est la suivante :

$$CRD_t = \begin{cases} CRD_0 \cdot Q & \text{si prêt } In \text{ Fine} \\ \begin{cases} CRD_0 \cdot Q & \text{si } t = 0 \\ \max\{0; CRD_{t-1} \cdot (1 + t_p^m) - mensu\} & \text{si } t \neq 0 \end{cases} & \text{si prêt amortissable} \end{cases}$$

où $mensu$ est la mensualité calculée dans l'un des cas des formules 6.1, 6.2, 6.3 et 6.4.

6.7 Projection des nombres

Il s'agit de projeter le nombre de décès, le nombre de personnes en incapacité et le nombre de personnes non décédés, non en arrêt de travail et non sorties du portefeuille. Nous appellerons les derniers par les « actifs ».

6.7.1 Le nombre d'actifs

Le nombre d'actifs à la date t est donné par :

$$nbActifs_t = nbActifs_{t-1} \cdot (1 - tei_{x_t}^m) \cdot (1 - q_{x_{t-1}}^m) \cdot (1 - txChute_{t-1}^m)$$

6.7.2 Le nombre de décès

On calcul le nombre de décès entre la date $t - 1$ et t par :

$$nbDécès_t = nbActifs_{t-1} \cdot (1 - tei_{x_t}^m) \cdot (1 - txChute_{t-1}^m) \cdot q_{x_{t-1}}^m$$

6.7.3 Le nombre de personnes en arrêt de travail

Le nombre de personnes en arrêt de travail est égal à la somme du nombre de personnes en incapacité de travail et du nombre de personnes en invalidité.

Il convient de préciser que le calcul du nombre d'assurés en arrêt de travail est différent pour Solvabilité basée sur les risques et Solvabilité II. En effet, la section 4.3, page 86 précise que la nouvelle réglementation marocaine ne prend pas en compte les risques invalidité et incapacité dans sa pieuvre.

Toutefois, pour prendre en compte les garanties relatives à l'arrêt de travail, la norme Solvabilité basée sur les risques prévoit en son article 15 du Projet de circulaire SBR l'utilisation d'un **taux de sortie en rente** dont la définition est donnée à l'article 18 du même Projet de circulaire. Ce dernier précise que :

[...] Le taux de sortie en rente précité doit faire ressortir la proportion des montants des engagements convertis en rentes par rapport aux engagements à l'échéance.[...]

cf. art. 18 § 2 Projet de circulaire SBR.

Ce taux de sortie en rente est déterminé sur la base d'un historique de données de sortie en rente propre au portefeuille de l'entreprise d'assurance et de réassurance. L'historique des données de sortie en rente devrait être au moins égal dix (10) ans. Il n'existe donc pas de tables de maintien ni de probabilité de passage de l'état d'incapacité de travail à l'état d'invalidité.

On a donc le droit de considérer que le nombre de sortie en rente contient le nombre d'assurés en incapacité et le nombre d'assurés en invalidité. Ainsi, à la date t , ce nombre est alors calculé en sommant deux éléments :

- le nombre des assurés sortis en rente à la date $t - 1$ et qui sont maintenus en rente en t ;
- le nombre des assurés sortant nouvellement en rente à la date t .

Dans ces conditions la formule 6.5 ci-dessous permet d'approximer le nombre de personnes sorties en rente ($nbRente_t$) à la date t .

$$\begin{aligned}
nbRente_t = & \sum_{k=0}^{t-2} nbActifs_k \cdot (1 - q_{x_k}^m)(1 - txChute_k^m) \cdot t_{sr} \cdot t_{main.rente} \\
& + nbActifs_{t-1} \cdot (1 - txChute_{t-1}^m) \cdot (1 - q_{x_{t-1}}^m) \cdot t_{sr}
\end{aligned} \tag{6.5}$$

où

- $x_{t-1} = x_0 + \left\lfloor \frac{t-1}{12} \right\rfloor$ est l'âge de l'assuré à la date $t-1$;
- $t_{main.rente}$ représente le taux de maintien en rente ;
- t_{sr} est le taux de sortie en rente ;

Remarque 6.7.1

Vu qu'il n'existe pas de table de maintien en rente, dans la formule 6.5 l'hypothèse qui est faite est qu'une fois sortie en rente, les assurés se maintiennent avec un taux $t_{main.rente} = 9,57\%$. L'estimation de ce taux de maintien en rente sera fait dans la remarque 6.7.2 ci-dessous.

Remarque 6.7.2: Approximation du taux de maintien en rente

On considère le portefeuille des sinistres. On suppose un individu (qu'on appellera « individu moyen ») dont l'âge et l'ancienneté sont respectivement l'âge moyen et l'ancienneté moyenne des sinistrés en arrêt de travail.

Le taux de maintien en rente $t_{main.rente}$ est estimé en considérant l'individu moyen et en supposant qu'une fois en arrêt de travail, tous les assurés ont le même âge moyen et la même ancienneté moyenne.

A partir de cet individu moyen, et sur la base de la table de maintien en incapacité BCAC on détermine un taux moyen de maintien en incapacité, $t_{main.inc}$.

Ensuite on suppose que tous les assurés en incapacité passent en invalidité avec un taux moyen de $t_{pass.inc.inv}$ déterminé avec les mêmes hypothèses que précédemment et sur le même individu moyen et sur la base de la table de passage de l'incapacité en invalidité BCAC.

Par la suite tous les individus en invalidité sont maintenus dans le portefeuille jusqu'à la fin du contrat. D'où la formule suivante :

$$t_{main.rente} = t_{main.inc} \cdot (1 + 2 \cdot t_{pas.inc.inv})$$

Les formules relatives à Solvabilité II sont les suivantes :

1. Nombre de personnes en incapacité de travail

Ce nombre se calcule par la formule suivante

$$\begin{aligned}
nbIncap_t = & nbActifs_{t-1} \cdot (1 - txChute_{t-1}^m) \cdot (1 - q_{x_{t-1}}^m) \cdot tei_{x_t}^m \\
& + \sum_{k=1}^{t-1} entréIncap_k \cdot P_{main}(x_{t-1}, t - k)
\end{aligned}$$

où $tei_{x_t}^m$ représente le taux mensuel d'entrée en incapacité d'un assuré d'âge x_t et le nombre d'assurés entrés en incapacité $entréIncap_t$ à la date t est donné par :

$$entréIncap_t = nbActifs_{t-1} \cdot (1 - q_{x_{t-1}}^m) \cdot (1 - txChute_{t-1}^m) \cdot tei_{x_t}^m$$

2. Nombre de personnes en invalidité

Le nombre d'assurés en cas d'invalidité à la date t est calculé par :

$$\begin{aligned}
nbInval_t = & \text{nbActifs}_{t-1} \cdot (1 - txChute_{t-1}^m) \cdot (1 - q_{x_{t-1}}^m) \cdot tev_{x_t}^m \\
& + \sum_{k=1}^{t-1} \text{entréIncap}_k \cdot P_{main}(x_{t-1}, t - k) \cdot tpas_{inv}(x_{t-1}, t - k) \\
& + \sum_{k=1}^{t-1} \text{entréInval}_k \cdot P_{main.inv}(x_{t-1}, t - k)
\end{aligned} \tag{6.6}$$

où $tev_{x_t}^m$ est le taux mensuel d'entrée en invalidité d'un assuré d'âge x_t et entréInval_k est le nombre d'assurés entrés en invalidité :

$$\begin{aligned}
\text{entréInval}_t = & \text{nbActifs}_{t-1} \cdot (1 - q_{x_{t-1}}^m) \cdot (1 - txChute_{t-1}^m) \cdot tev_{x_t}^m \\
& + \sum_{k=1}^{t-1} \text{entréIncap}_k \cdot P_{main}(x_{t-1}, t - k) \cdot tpas_{inv}(x_{t-1}, t - k)
\end{aligned}$$

Remarque 6.7.3

Dans la formule 6.6 le terme encadré en bleu en réalité est nul. En effet $tev_{x_t}^m$ correspond au taux mensuel d'entrée en invalidité d'un assuré d'âge x_t . Nous précisons plus haut, dans le tableau 6.5 qu'il n'est pas modélisé.

6.8 Calcul de la meilleure estimation

Nous avons la définition suivante :

Définition 6.8.1: La meilleure estimation

La meilleure estimation ou le *best estimate*^a (BE) correspond à l'espérance mathématique des cash-flows futurs de passifs d'assurance actualisés à la courbe de taux sans risque.

^a. meilleure estimation en anglais

Les flux correspondants au portefeuille emprunteur sont regroupés dans le tableau 6.6 suivant :

Cash-flow	Signe
Primes (décès, arrêt de travail) nettes de taxes	-
Prestations (Décès, arrêt de travail)	+
Frais de gestion	+
Commission	+

TABLE 6.6 – Les cash-flows

6.8.1 Calcul des primes futures

Pour le calcul des primes par garantie, nous retenons les hypothèses suivantes regroupées dans le tableau suivant :

	Arrêt de travail	Décès
Age de fin de garantie	63 ans	70 ans

TABLE 6.7 – Age de fin de garantie

La cotisation globale ($PrimeG$) c'est-à-dire pour les deux garanties arrêt de travail et décès est calculée sur l'assiette de capital initial assuré et du nombre des actifs. A la date t , elle est égale à :

$$PrimeG_t = CI \times Q \cdot t_a^m \cdot nbActifs_t$$

où $nbActifs_t$ est le nombre d'assurés non décédés, non en arrêt de travail et non sortis du portefeuille.

► Prime par garantie

Le calcul de la cotisation pour chaque garantie est fonction de la date de fin de ladite garantie. En fonction de l'âge x_t de l'assuré à la date t la projection de la prime est différente.

En posant Age_{AT} et Age_{DC} respectivement l'âge de fin de contrat pour la garantie arrêt de travail et l'âge de fin de contrat pour la garantie décès, les différentes situations pour la prime décès sont résumées dans le tableau suivant :

	$x_t < Age_{AT}$	$Age_{AT} \leq x_t \leq Age_{DC}$	$x_t \geq Age_{DC}$
$PartDC$	80 %	100 %	0 %

TABLE 6.8 – Part de la prime décès dans la prime globale

où $PartDC$ est la part de la prime décès dans la prime globale. Ainsi on a :

$$PrimeDC_t = PrimeG_t \cdot PartDC$$

La prime arrêt de travail ($PrimeAT$) n'est autre que la différence entre la prime global et la prime relative à la garantie décès.

$$PrimeAT_t = PrimeG_t - PrimeDC_t$$

6.8.2 Calcul des prestations futures

En cas de sinistre, l'assureur indemnise l'assuré. Dans le cas d'un décès la prestation est basée sur le capital restant dû et dans le cas d'un arrêt de travail la prestation est calculée en fonction de la mensualité.

► Prestation en cas de décès

La formule de calcul de la prestation en cas de décès est donnée par :

$$PrestationDC_t = CRD_t \cdot nbDécès_t$$

où :

- CRD_t est le capital restant dû à la date t ;
- $nbDécès_t$ représente le nombre de décès entre la date $t - 1$ et t .

► Prestation en arrêt de travail

Le calcul de la charge de sinistre diffère de la norme Solvabilité basée sur les risques à la directive Solvabilité II.

1. Solvabilité basée sur les risques

En arrêt de travail, la charge de sinistre est donnée par la formule suivante :

$$PrestationAT_t = mensu \cdot nbRente_t$$

où :

- où $mensu$ est la mensualité calculée dans l'un des cas des formules 6.1, 6.2, 6.3 et 6.4. ;
- $nbRente_t$ représente le nombre de sortie en rente en t calculé par la formule 6.5.

2. Solvabilité II

La prestation en arrêt de travail se calcule comme ceci :

$$PrestationAT_t = mensu \cdot (nbIncap_t + nbInval_t)$$

6.8.3 Calcul des frais de gestion

Les frais de gestion correspondent au montant prélevé par l'assureur en contrepartie de la gestion du contrat de l'assuré.

Ils sont calculés en pourcentage des primes. Ainsi pour une garantie gar correspondant à la garantie décès ou à la garantie arrêt de travail, on a :

$$FraisG_t^{gar} = Prime_t^{gar} \cdot t_g$$

où :

- $FraisG_t^{gar}$ correspond au frais de gestion de la garantie gar ;
- $Prime_t^{gar}$ est la prime pour la garantie gar et
- t_g représente la valeur du taux de gestion assureur.

6.8.4 Calcul des commissions

Les commissions sont des sommes versées par l'assureur à l'établissement de crédit en contrepartie du service rendu. On distingue deux types de commissions : les commissions fixes et les commissions variables.

► Les commissions fixes

Elles sont calculées en pourcentage de la prime versée par l'assuré. Pour une garantie gar , la commission fixe est égale à :

$$ComFixe_t^{gar} = Prime_t^{gar} \cdot t_{ec}$$

où :

- $ComFixe_t^{gar}$ correspond à la commission fixe de la garantie gar ;
- $Prime_t^{gar}$ est la prime pour la garantie gar et
- t_{ec} représente le taux de rémunération de l'établissement de crédit.

► Les commissions variables

La commission variable est un montant calculé sur la base du *best estimate* des résultats techniques. Le terme « variable » pour le fait que cette rémunération n'est accordée à l'établissement de crédit qu'à condition que le *best estimate* du résultat technique est positif. L'assureur supporte seul les pertes. Ainsi pour une garantie gar , on a :

$$ComVar_{gar} = \max\{0, BE_{RT}^{gar} \cdot t_{var}\}$$

où :

- $ComVar_t^{gar}$ correspond à la commission fixe de la garantie gar ;
- t_{var} représente le taux de rémunération de l'établissement de crédit et
- BE_{RT}^{gar} est le résultat technique pour la garantie gar dont la formule de calcul est :

$$BE_{RT}^{gar} = BE_{prime}^{gar} - BE_{prestation}^{gar} - BE_{RemAss}^{gar} - BE_{comFixe}^{gar}$$

avec BE_{prime}^{gar} le *best estimate* des primes, $BE_{prestation}^{gar}$ le *best estimate* des prestations, BE_{RemAss} le *best estimate* de la rémunération de l'assureur et $BE_{comFixe}^{gar}$ le *best estimate* des commissions fixes par garantie gar .

6.8.5 Calcul du *best estimate*

Une fois que les flux futurs sont déterminés, le *best estimate* est calculé en actualisant ces différents flux. Il est calculé garantie par garantie. Donc pour une garantie gar nous avons la formule suivante :

$$BE_{gar} = BE_{prestation}^{gar} + BE_{FraisG}^{gar} + BE_{Commission}^{gar} - BE_{prime}^{gar}$$

avec $BE_{prestation}^{gar}$ le *best estimate* des prestations, BE_{FraisG}^{gar} le *best estimate* des frais de gestion, $BE_{Commission}^{gar}$ le *best estimate* des commissions, BE_{prime}^{gar} et le *best estimate* des primes par garantie gar .

sachant que pour un flux à une date t donné, $flux_t$, le *best estimate* de ce flux est égal à :

$$BE_{flux} = \sum_t \frac{flux_t}{(1 + r_t)^t}$$

où :

- $flux_t$ est le flux probabilisé à la date de projection t ;
- r_t correspond au taux zéro-coupon de la date de projection t .

Remarque 6.8.1

Nous supposons que pour le calcul de la meilleure estimation des provisions techniques, il n'y a pas de participation aux bénéfices pour les assurés.

Après avoir déterminé les flux futurs et la meilleure estimation des provisions techniques, en actualisant ces flux futurs probabilisés, dans la section suivante il s'agira de restituer les résultats obtenus.

6.9 Restitution des résultats

Cette sous-section est consacrée à la restitution des résultats obtenus après implémentation. Il s'agit de comparer les visons du calcul du *best estimate* pour l'assurance emprunteur dans le cadre de la norme Solvabilité basée sur les risques et de la Directive Solvabilité II.

Les outils de travail sont VBA-Excel et R-Studio.

6.9.1 Les primes décès projetées

La figure ci-dessous montre l'évolution des primes de la garantie décès au cours des années de projection.

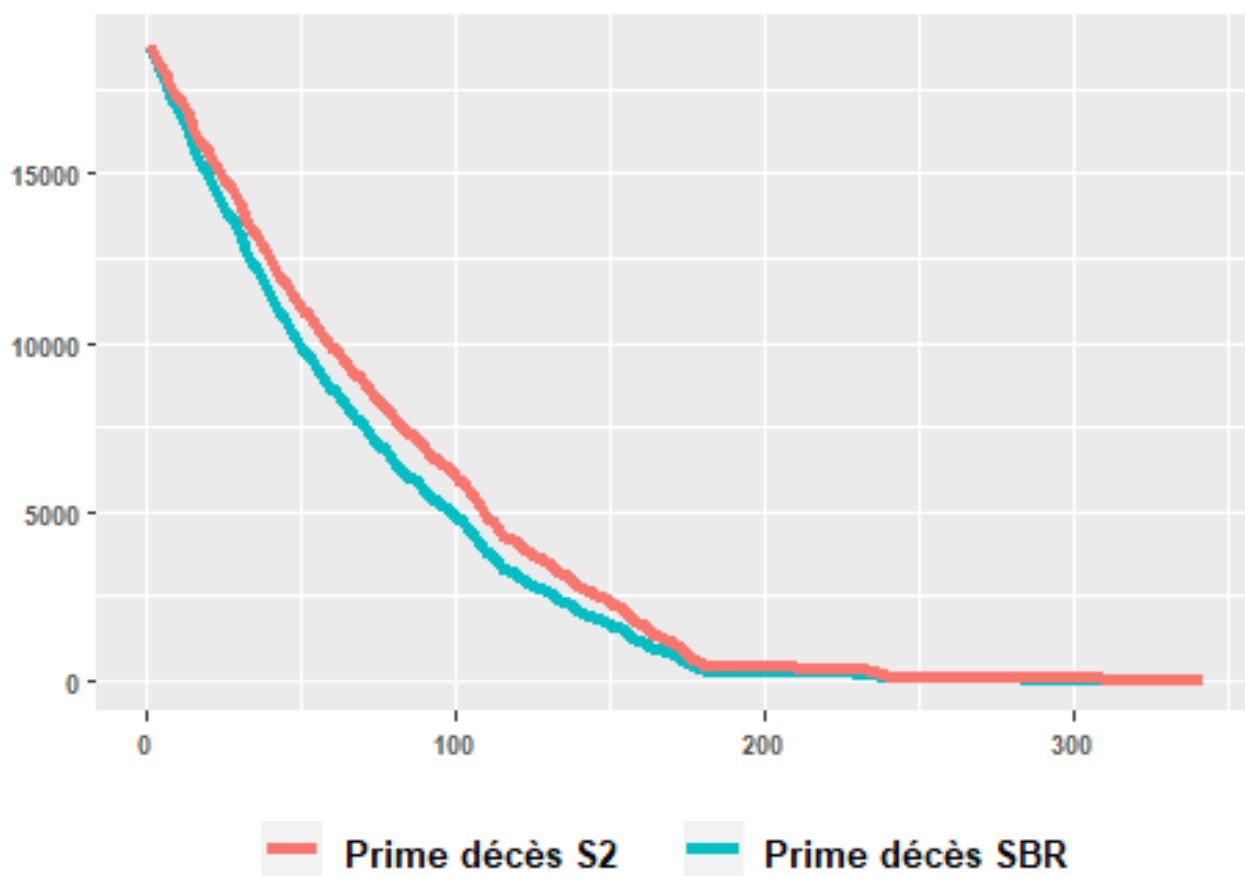


FIGURE 6.3 – Évolution des primes décès SBR et S2

On peut bien remarquer que les primes décès pour les deux normes décroissent de la manière identique. Cependant les primes décès S2 restent plus élevées. Cet écart s'explique par la différence entre les taux de sortie en rente pour SBR et les taux d'entrée en incapacité pour S2. Nous rappelons que nous n'avons pas modélisé l'entrée en invalidité.

6.9.2 Les primes arrêt de travail projetées

Nous représentons ici le graphique de l'évolution des primes en cas de décès.

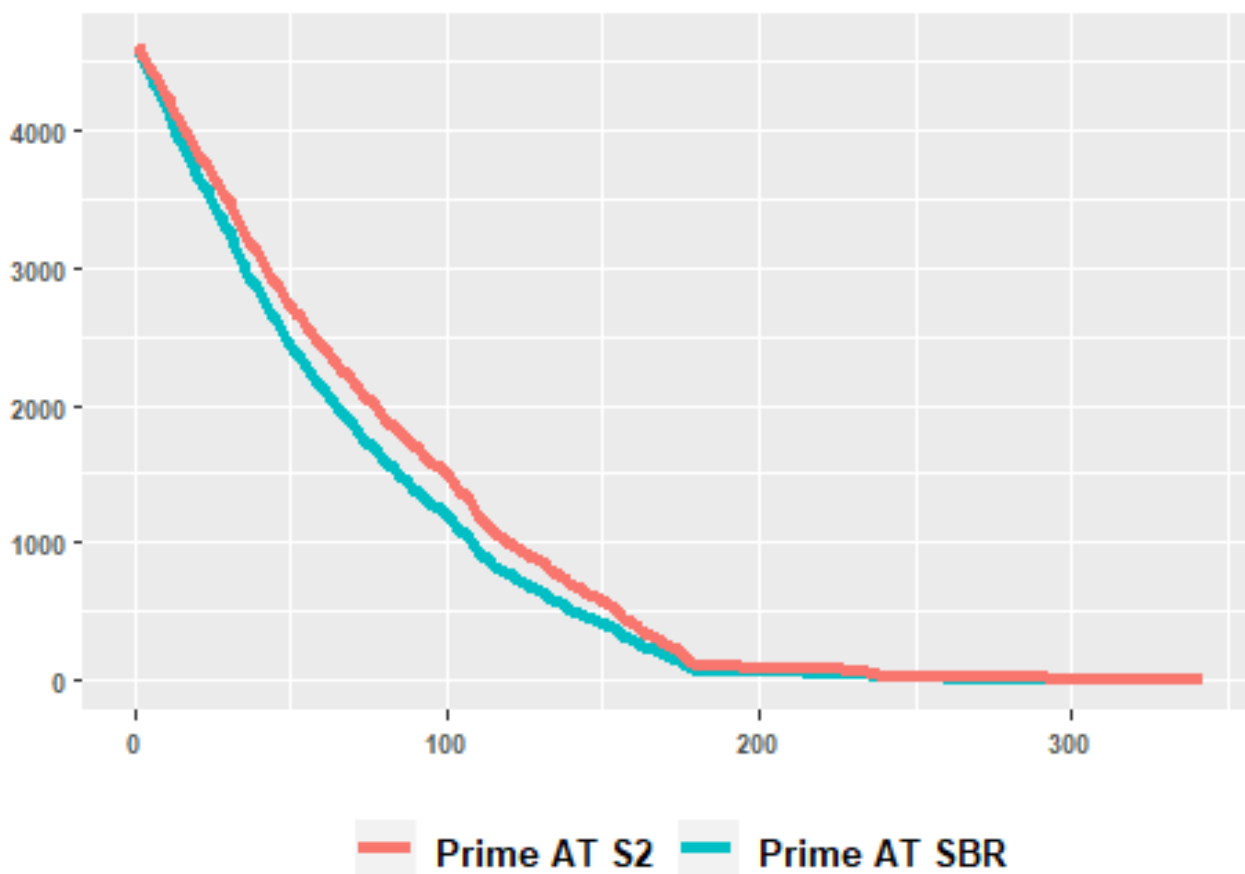


FIGURE 6.4 – Evolution des primes arrêt de travail S2 et SBR

On observe le même phénomène qu'au graphique 6.3. Les primes en arrêt de travail pour les deux normes décroissent de la même manière. Mais les primes décès S2 sont légèrement plus élevées. Nous pouvons l'expliquer par les mêmes raisons que pour les primes en cas de décès.

6.9.3 Les prestations décès projetées

Le graphique ci-dessous présente la projection des prestations en cas de décès pour les deux normes Solvabilité II et Solvabilité basée sur les risques.

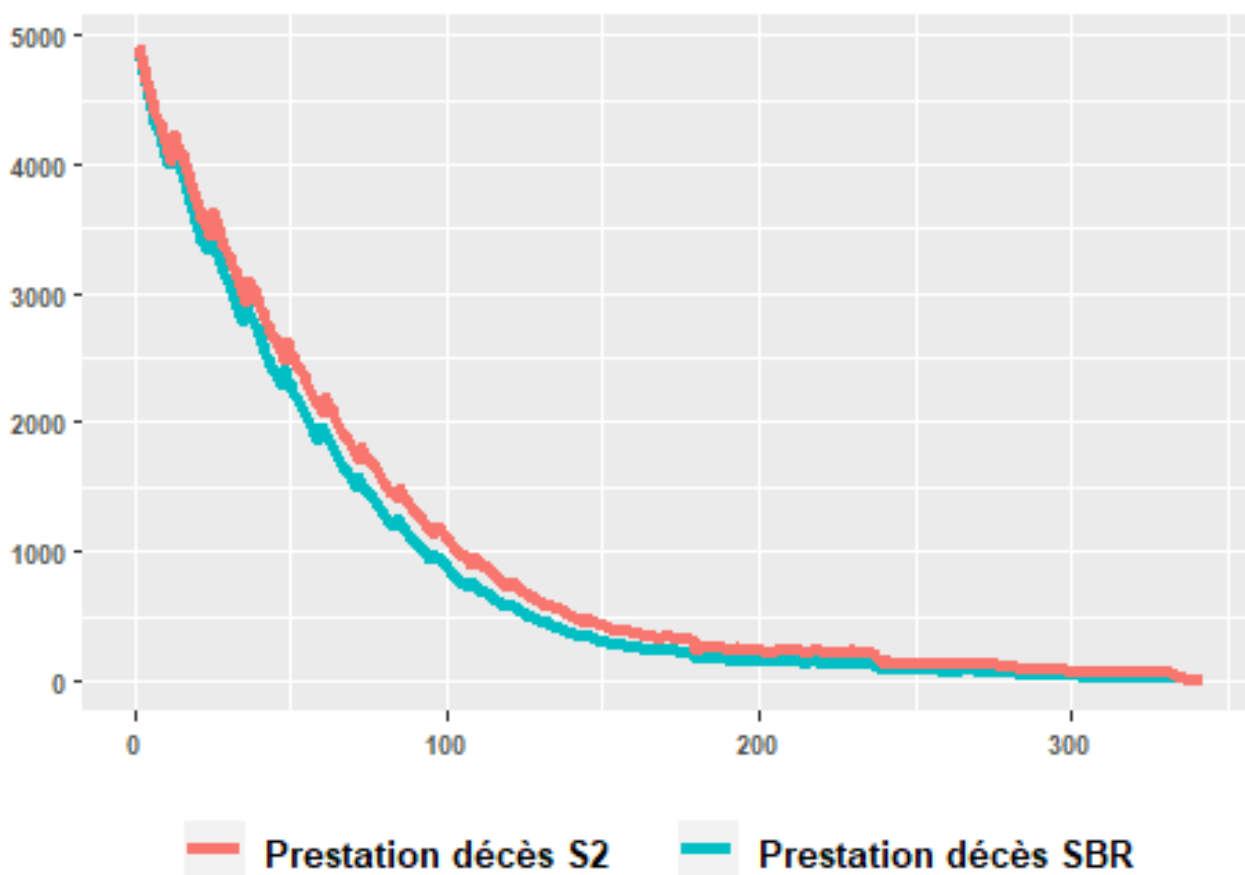


FIGURE 6.5 – Evolution des primes arrêt de travail S2 et SBR

Cette fois-ci également la tendance est maintenue. La décroissance des prestation décès est restée identique des deux normes. L'écart entre les deux se repose essentiellement sur la différence entre les taux de d'entrée en incapacité (S2) et les taux de sortie en rente (SBR).

6.9.4 Les prestations arrêt de travail projetées

Le graphique ci-dessous nous présente la projection des prestations en arrêt de travail sous les normes Solvabilité II et Solvabilité basée sur les risques.

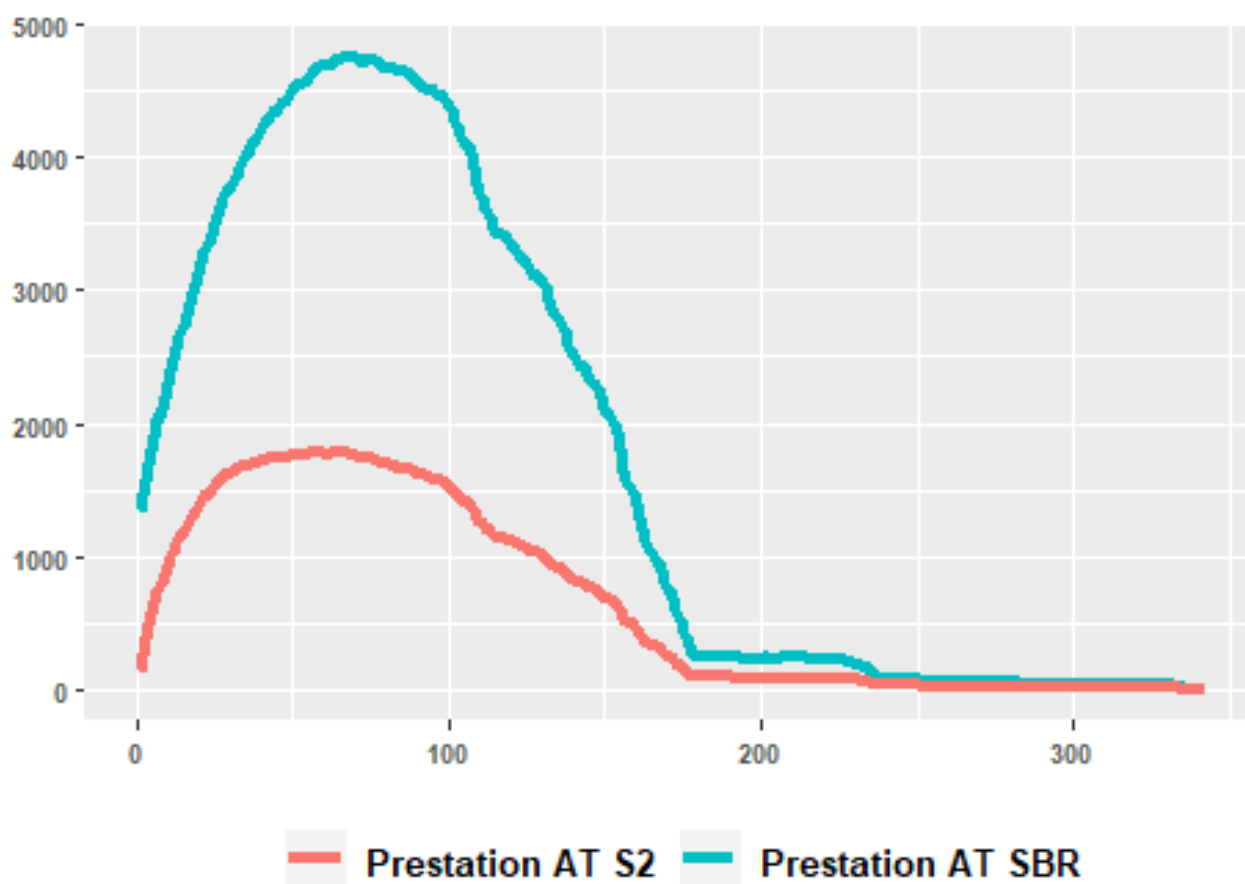


FIGURE 6.6 – Evolution des prestation en arrêt de travail

L'analyse de ce graphe montre clairement que les prestations en cas d'arrêt de travail SBR sont assez importantes par rapport à celles de SII. Ceci est dû aux hypothèses sur le nombre de sorties en rente. En effet dans la remarque 6.7.1 à la page 124 nous faisons l'hypothèse qu'un assuré en arrêt de travail était maintenu avec un taux $t_{main.rente}$.

6.9.5 La meilleure estimation

Par les tableaux suivants, nous résumons les résultats obtenus des calculs du *best estimate* par garantie et pour chacune des normes Solvabilité basée sur les risques et Solvabilité II.

	Prime	Prestation	FraisG	ComFixe	ComVariable	Total
AT	273 656,6	498 675,3	19 867,5	49 258,2	0	294 144,3
Décès	1 109 144,9	256 663,6	80 523,9	199 646,1	294 572,9	-277 738,3
Total	1 382 801,6	755 338,9	100 391,4	248 904,3	294 572,9	16 406,0

TABLE 6.9 – Récapitulatif du *best estimate* SBR

	Prime	Prestation	FraisG	ComFixe	ComVariable	Total
AT	339 382,1	213 157,8	24 639,1	61 088,9	2 630,4	-37 866,0
Décès	1 377 411,2	319 025,0	100 000,1	247 934,0	365 636,9	-344 815,3
Total	1 716 793,4	532 182,8	124 639,2	309 022,8	368 267,2	-382 681,3

TABLE 6.10 – Recap of the best estimate of SII directive

Le diagramme en barre suivant présente une comparaison des meilleures estimations des deux normes par garantie et pour les différents flux.

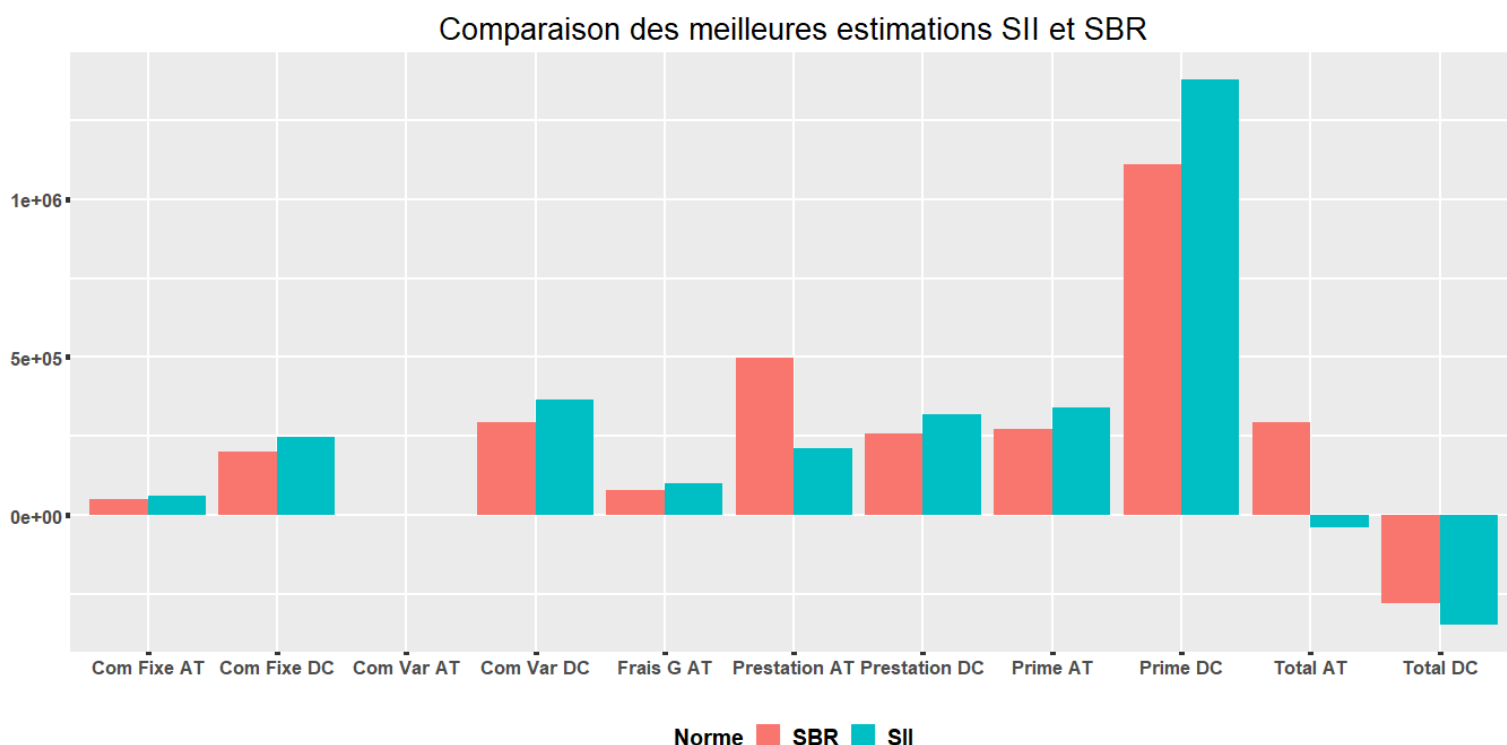


FIGURE 6.7 – Comparaison des meilleures estimations SII et SBR

Le *best estimate* SBR est positif et celui de S2 est négatif. Et ceci est dû non seulement aux fortes hypothèses que nous avons émises mais également à la courbe des taux. En effet nous ne disposons pas de données pour estimer les paramètres d'une part, SBR n'ayant pas encore défini les valeurs par défaut d'autre part. De plus les taux marocains sont plus élevés par rapport à ceux de S2.

6.10 Tests de pertinence des résultats

Dans la section précédente il s'agissait de la restitution des résultats. Dans cette nouvelle section il est question de mesurer la pertinence des hypothèses que nous avons émises. En fait quel serait l'effet d'une modification de ces hypothèses sur les résultats ?

En effet le *best estimate* obtenu par ces hypothèses dans le contexte de Solvabilité basée sur les risques (SBR) est très important par rapport à Solvabilité II. Cette situation est due essentiellement au « taux de sortie en rente », au « taux de maintien en rente » et à la « courbe des taux ».

Le premier paramètre (taux de sortie en rente) est un paramètre du marché français que nous avons

considéré comme étant le même que celui du Maroc. Il s'agit en fait du taux d'entrée en incapacité. Nous l'avons considéré ainsi parce que le Maroc ne dispose pas dans la pieuve de risque, les risques d'incapacité et d'invalidité. Et pour prendre en compte ces risques il convient de calculer un taux de sortie en rente qui fait ressortir la proportion des engagements convertis en rente dans l'année par rapport aux engagements à l'échéance.

Quant à ce qui concerne le maintien en rente, nous avons utilisé le portefeuille des sinistres pour approximer un taux de maintien en rente sur la base des tables de maintien en incapacité et invalidité ainsi que celle de passage de l'incapacité à l'invalidité (*cf.* remarque 6.7.2 page 124). Alors que ces tables n'existent pas (ou pas encore) dans la nouvelle norme (ni dans l'actuelle norme) que propose le Maroc. Toutes ces considérations nous amène à ne pas vous proposer un test de pertinence sur ce taux. Toutefois nous la mettons en perspectives. En fonction des données que nous pourrions avoir sur le marché marocain nous pourrions revenir sur la question.

Pour la construction de la courbe des taux, nous avons utilisé des données réelles du marché marocain. Ainsi cette courbe construite reflète la réalité du marché marocain. De plus à la page 68 nous disions que les taux actuariels des bons de Trésors utilisés pour la construction de la courbe des taux étaient considérés comme ne contenant pas de défaut. Aucun ajustement n'est alors nécessaire. Pour cette raison nous avons laissé la courbe telle quelle.

Nous proposons donc, dans les sous-sections suivantes, des figures qui illustrent les modifications liées à de différentes valeurs du taux de sortie en rente :

6.10.1 Prime et *best estimate* décès

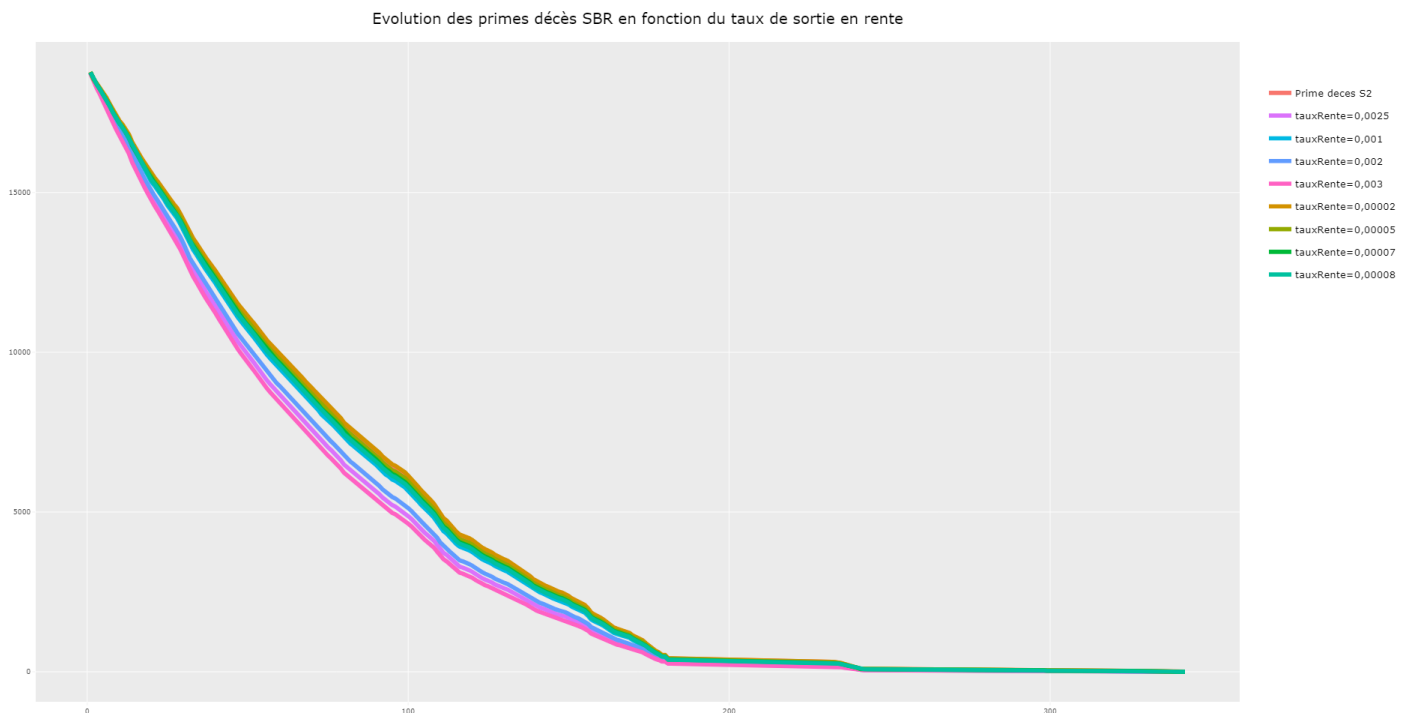


FIGURE 6.8 – Évolution des primes décès SBR en fonction du taux de sortie en rente

Sur cette figure (figure 6.8) on peut remarquer que les courbes de l'évolution des primes décès pour les taux de sortie en rente compris entre 0,02% et 0,05% sont presque confondues à la courbe de l'évolution des primes décès S2. Nous mettons en exergue, sur la figure ci-dessous (figure 6.9), les courbes des primes décès S2 et celles de SBR pour les taux de sortie en rente valant 0,02% et 0,05%.

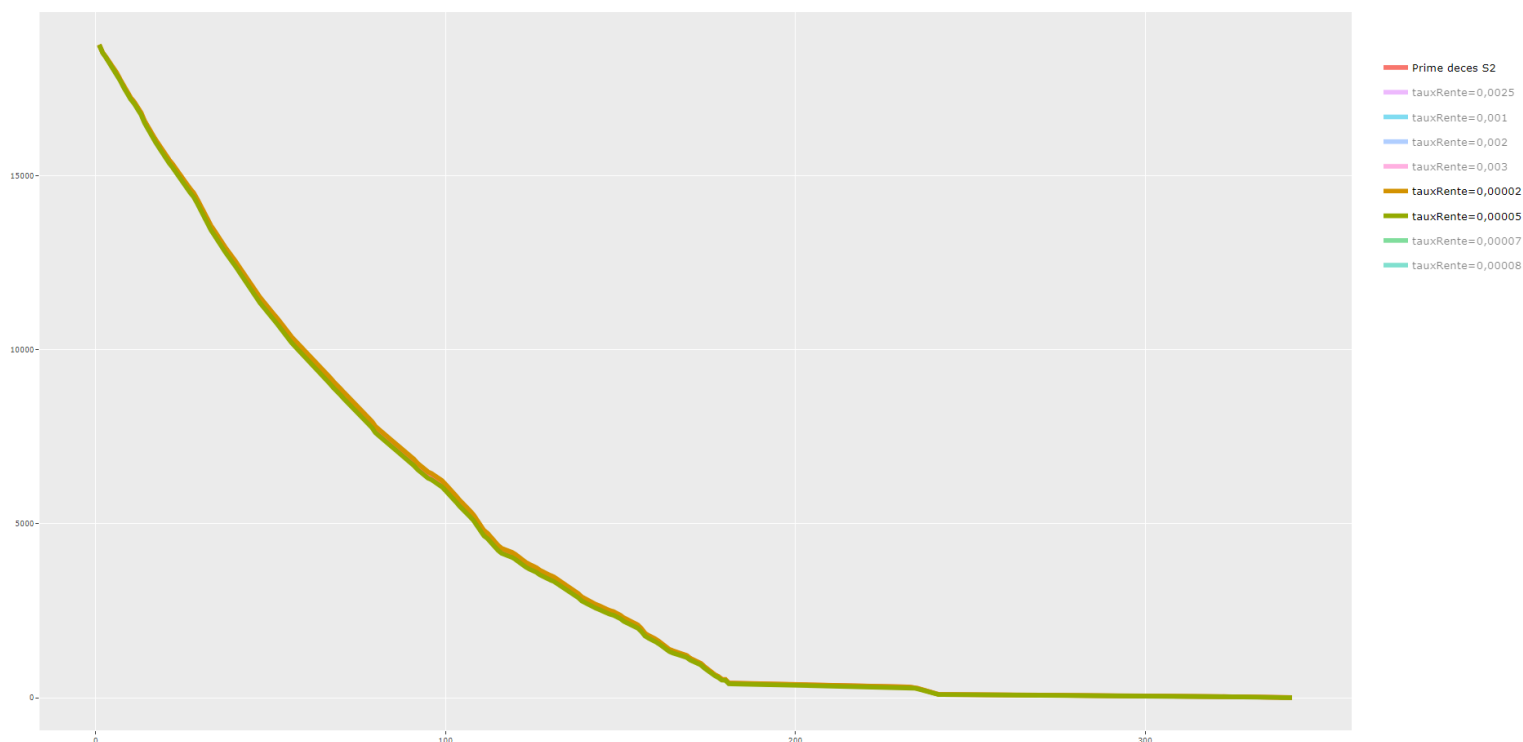
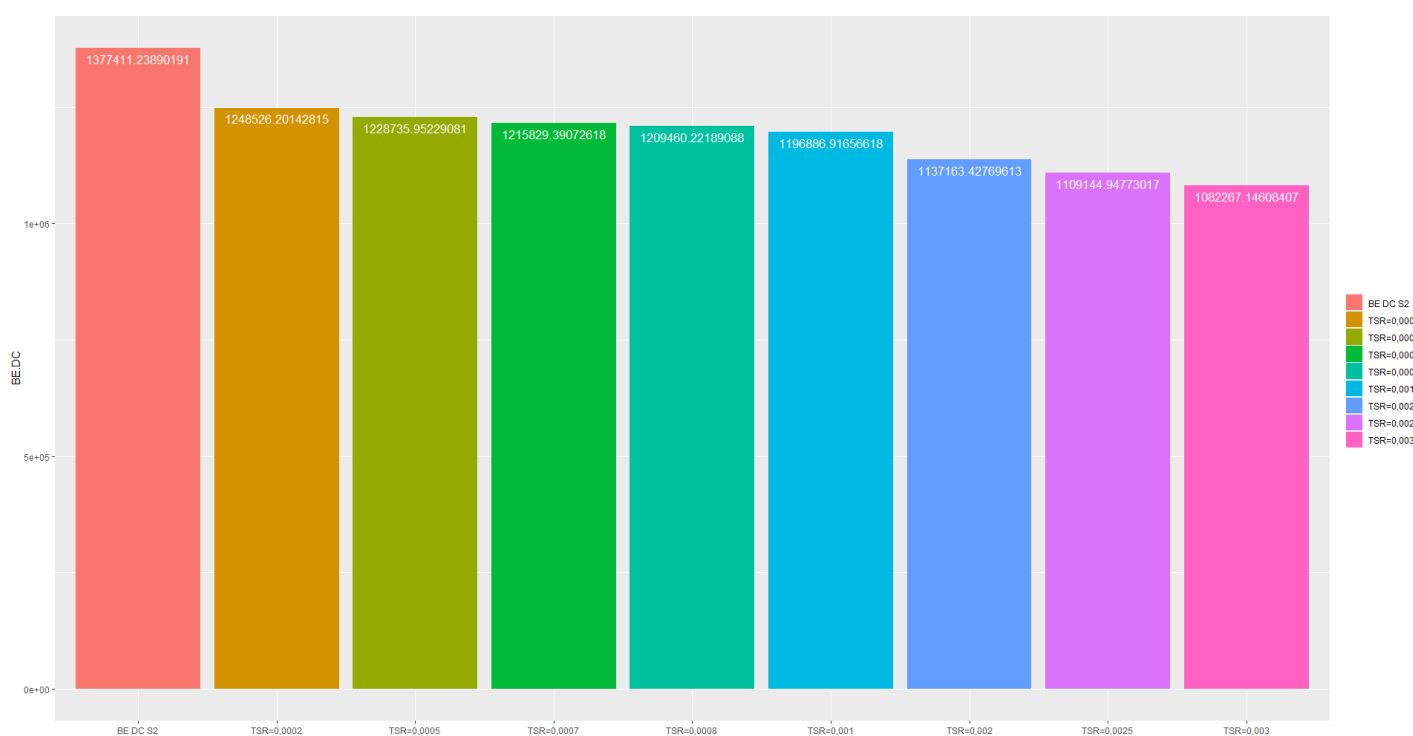


FIGURE 6.9 – Évolution des primes décès SBR en fonction du taux de sortie en rente

Ci-dessous (figure 6.10) nous présentons une évolution du *best estimate* des primes décès SBR en fonction du taux de sortie en rente. Nous avons vu précédemment que les primes décès SBR sont presque confondues à celles des primes SII lorsque le taux de sortie en rente est situé entre 0,02% et 0,05%. Étant donné que les taux zéro-coupons SBR sont plus importants que ceux de SII il est facile de voir que le *best estimate* SBR est moins important par rapport à celui de SII. Et la différence est d'autant plus importante lorsque le taux de sortie en rente est grand.

FIGURE 6.10 – Évolution du *best estimate* décès SBR en fonction du taux de sortie en rente

6.10.2 Prime et *best estimate* arrêt de travail

Nous observons les mêmes évolutions (par rapport à la sous-section 6.10.1) en fonction des taux de sortie en rente.

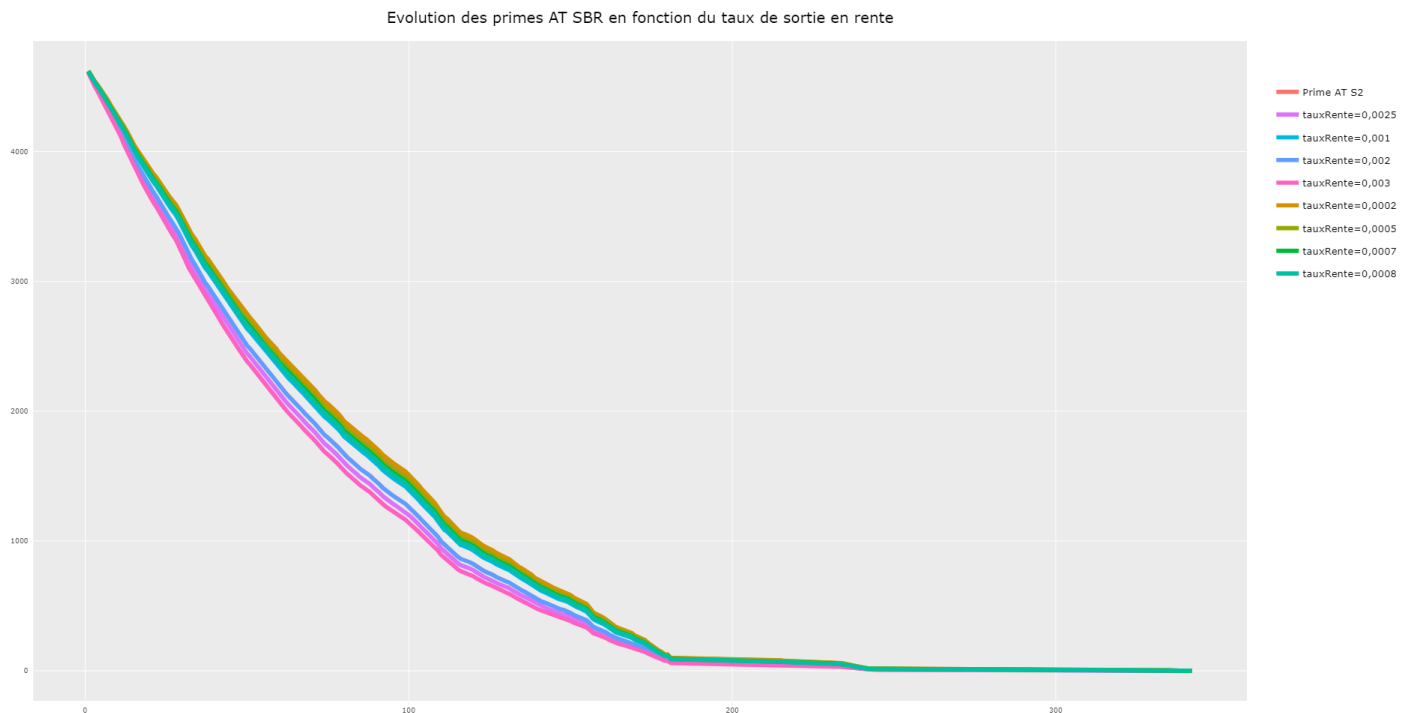


FIGURE 6.11 – Évolution des primes arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

Et lorsque qu'on regarde de plus près, tout comme dans le cas du décès, les primes AT SBR se confondent à celles de SII lorsque le taux de sortie en rente est compris entre 0,02% et 0,05%.

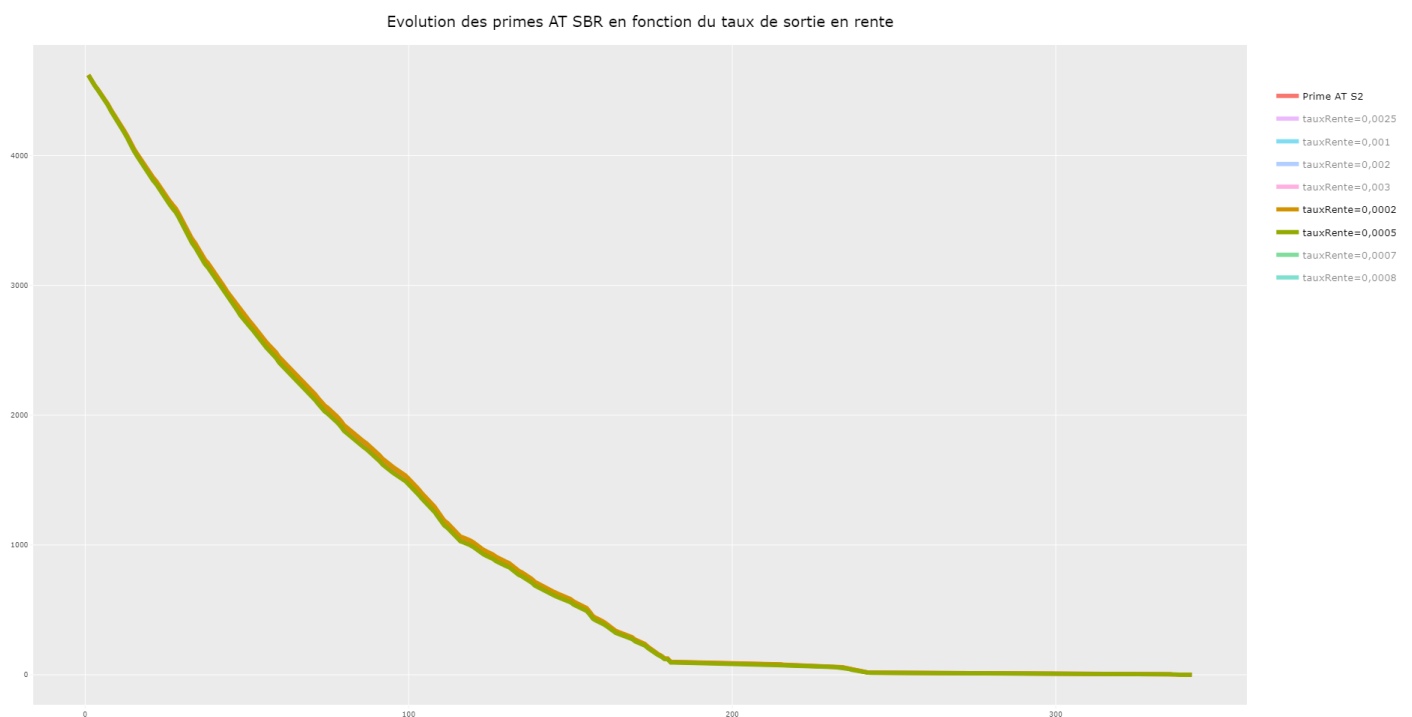


FIGURE 6.12 – Évolution des primes arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

Mais compte tenu du fait que les taux zéro-coupons SBR sont largement au dessus de ceux de S_{II} , le *best estimate* des primes arrêt de travail SBR est moins important que celui de S_{II} .

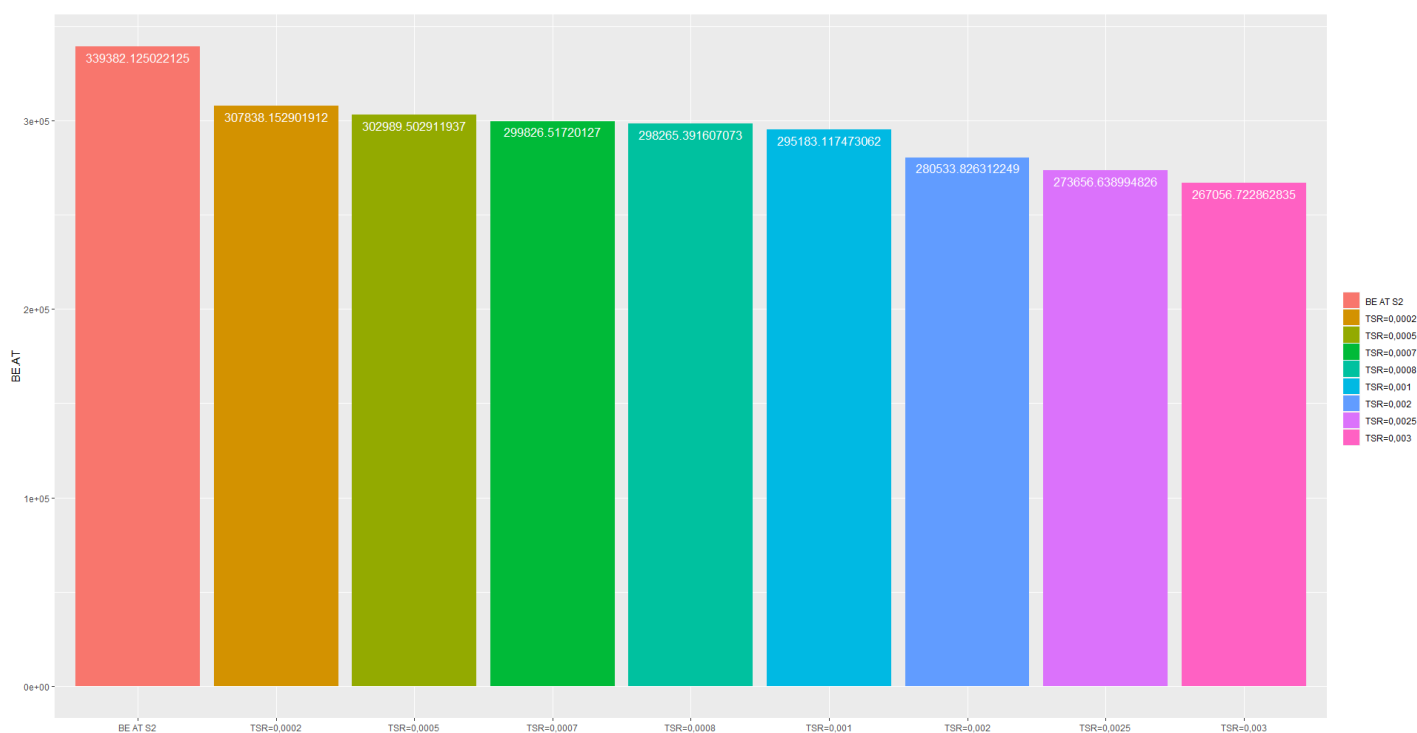


FIGURE 6.13 – Évolution du *best estimate* arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

6.10.3 Prestation et *best estimate* arrêt de travail

Avec un taux de sortie en rente égal 0,25% nous avons vu (*cf.* figure 6.6) que les prestations arrêt de travail SBR étaient véritablement plus importantes que celles de S_{II} . Et malgré le fait que la courbe des taux zéro-coupons SBR est largement au dessus de celle de S_{II} (*cf.* figure 3.6), permettant d'actualiser ces prestations, le *best estimate* arrêt de travail SBR demeure plus important que celui de S_{II} (*cf.* figure 6.7).

Dans cette sous section, nous faisons varier le taux de sortie en rente pour mesurer la variation des prestations arrêt de travail et le *best estimate* arrêt de travail SBR en comparaison avec S_{II} .

On observe sur la figure 6.14 ci-dessous que les courbes de l'évolution des prestations en arrêt de travail SBR se rapprochent plus ou moins de celle de la courbe de l'évolution des prestations S_{II} lorsque que le taux de sortie en rente se situe entre 0,05% et 0,08%. On le voit mieux sur la figure 6.15.

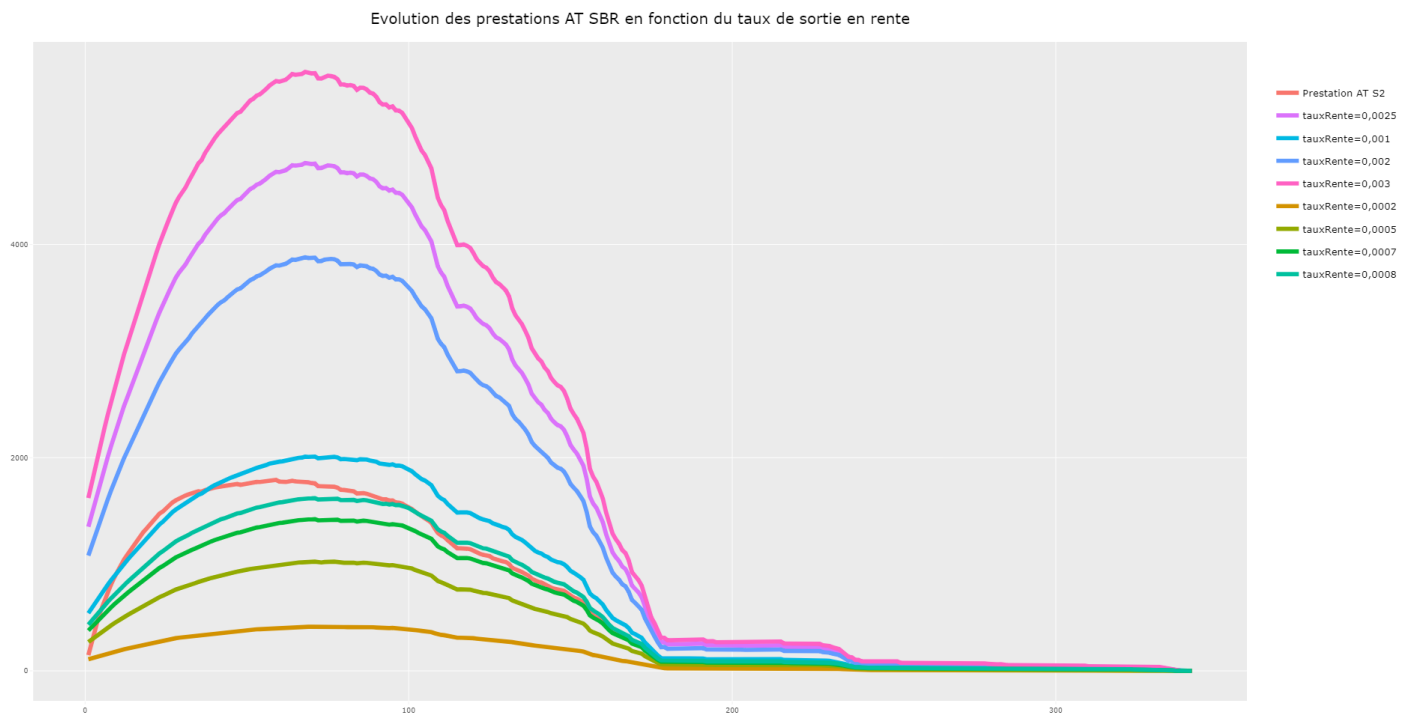


FIGURE 6.14 – Évolution des prestations arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

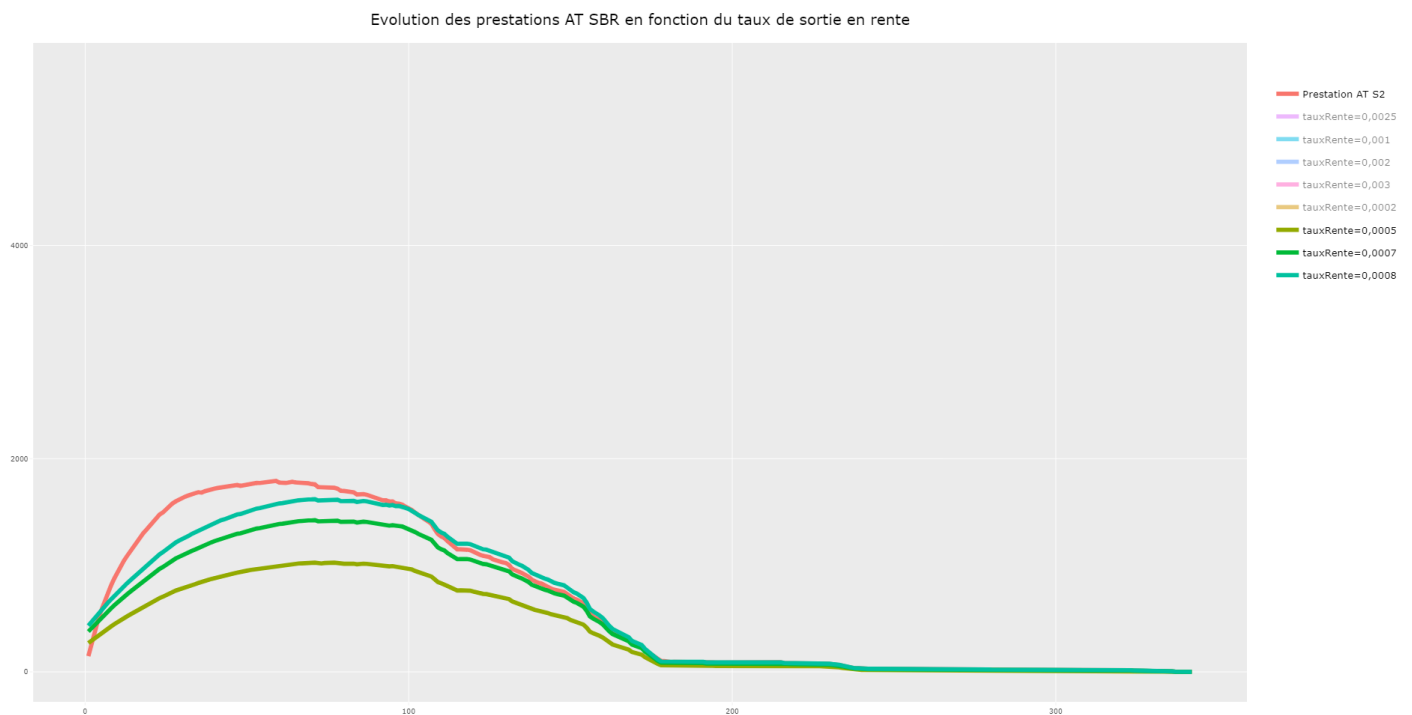
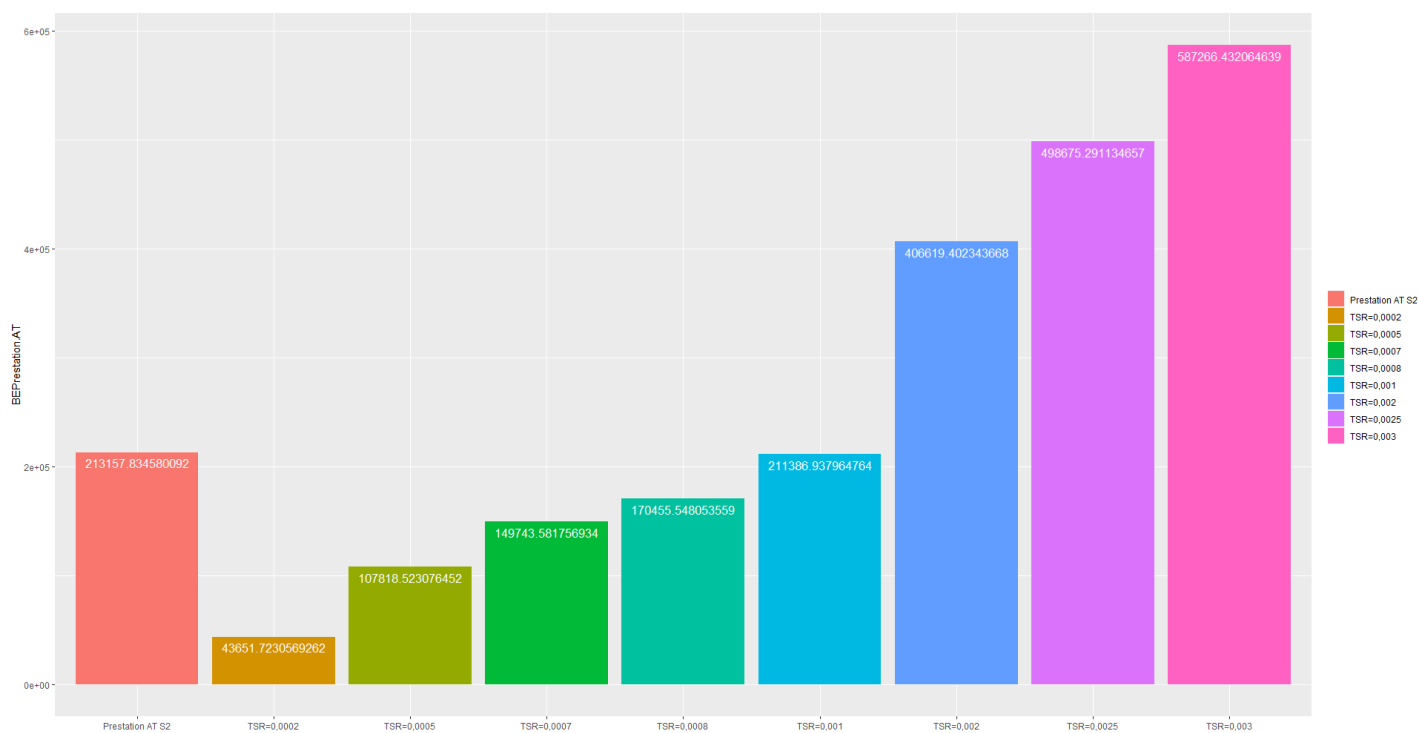


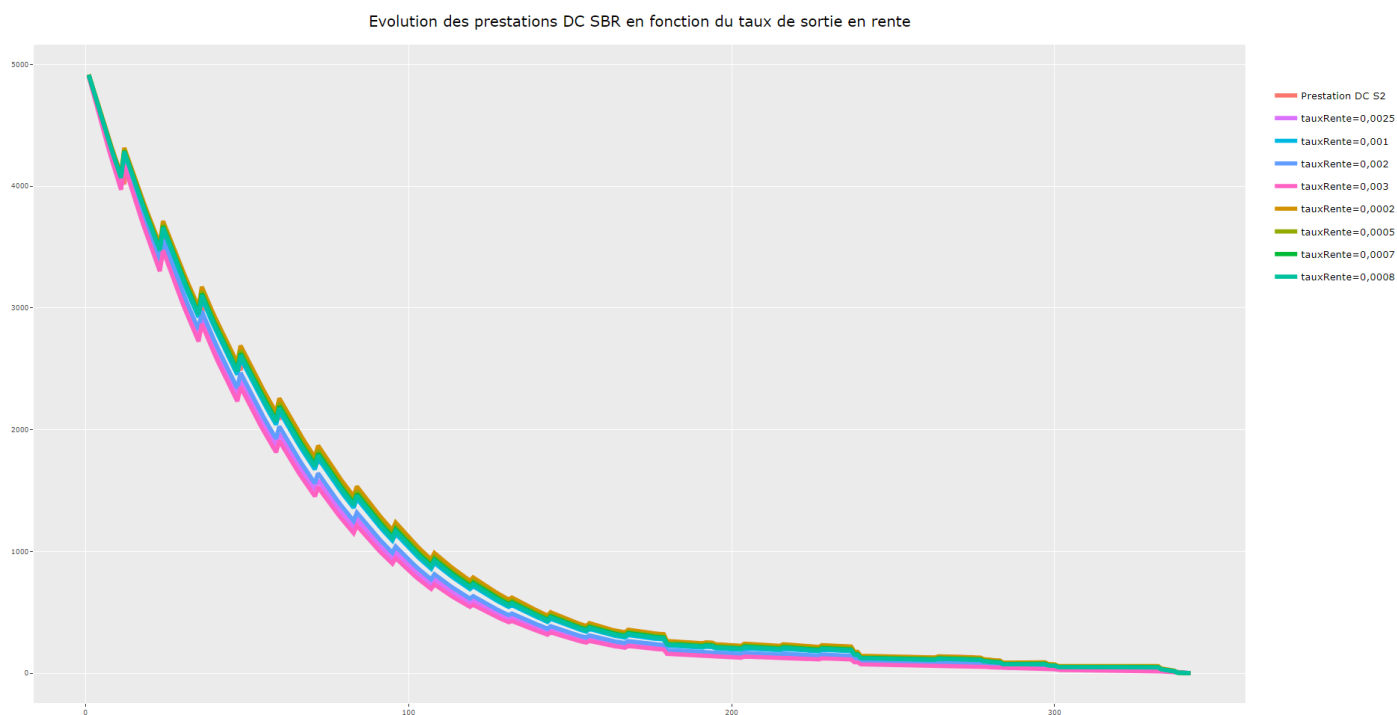
FIGURE 6.15 – Évolution des prestations arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

On peut observer sur la figure 6.16 ci-dessous que le *best estimate* AT SII est presque égal à celui de SBR lorsque le taux de sortie en rente est égal 0,1%. Ce *best estimate* est beaucoup plus important lorsque le taux de sortie en rente vient à dépasser la valeur de 0,1% et inversement lorsque le taux de sortie en rente est en deçà de 0,1%.

FIGURE 6.16 – Evolution du *best estimate* arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

6.10.4 Prestation et *best estimate* décès

Dans le cadre de la garantie décès, en faisant varier le taux de sortie en rente on observe que, comme dans le cadre de prime décès, les courbes de l'évolution des prestations décès SBR pour les taux de sortie en rente entre 0,02% et 0,08% sont presque confondues à la courbe des prestations décès SII.

FIGURE 6.17 – Evolution du *best estimate* arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

La figure 6.18 permet de mieux distinguer les courbes de l'évolution des prestations décès SBR pour les taux de sortie en rente entre 0,02% et 0,08% et celle de la courbe des prestations décès SII.

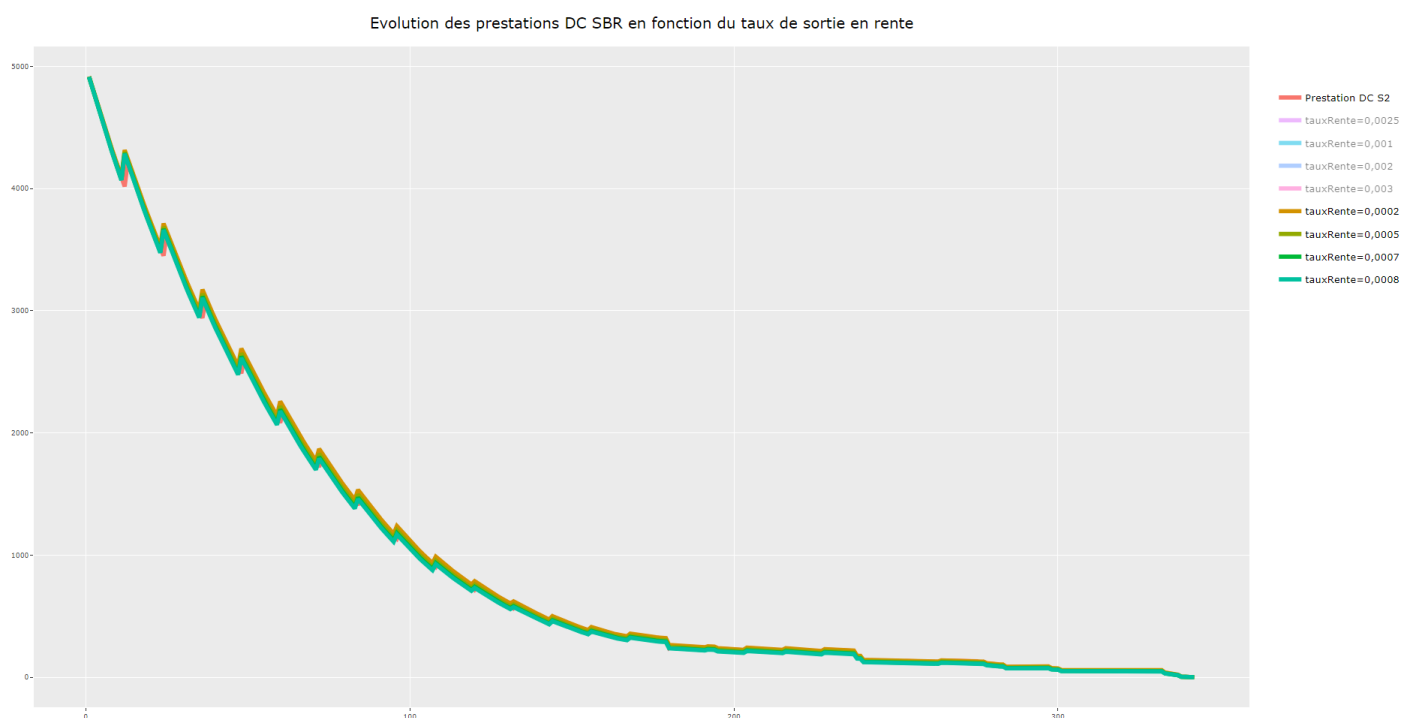


FIGURE 6.18 – Evolution du *best estimate* arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

Comme dans le cadre des primes, on analyse de la même façon. Le *best estimate* prestation décès SII est plus important que ceux de SBR. Et la raison se situe au niveau de la différence entre les courbes des taux zéro-coupons.

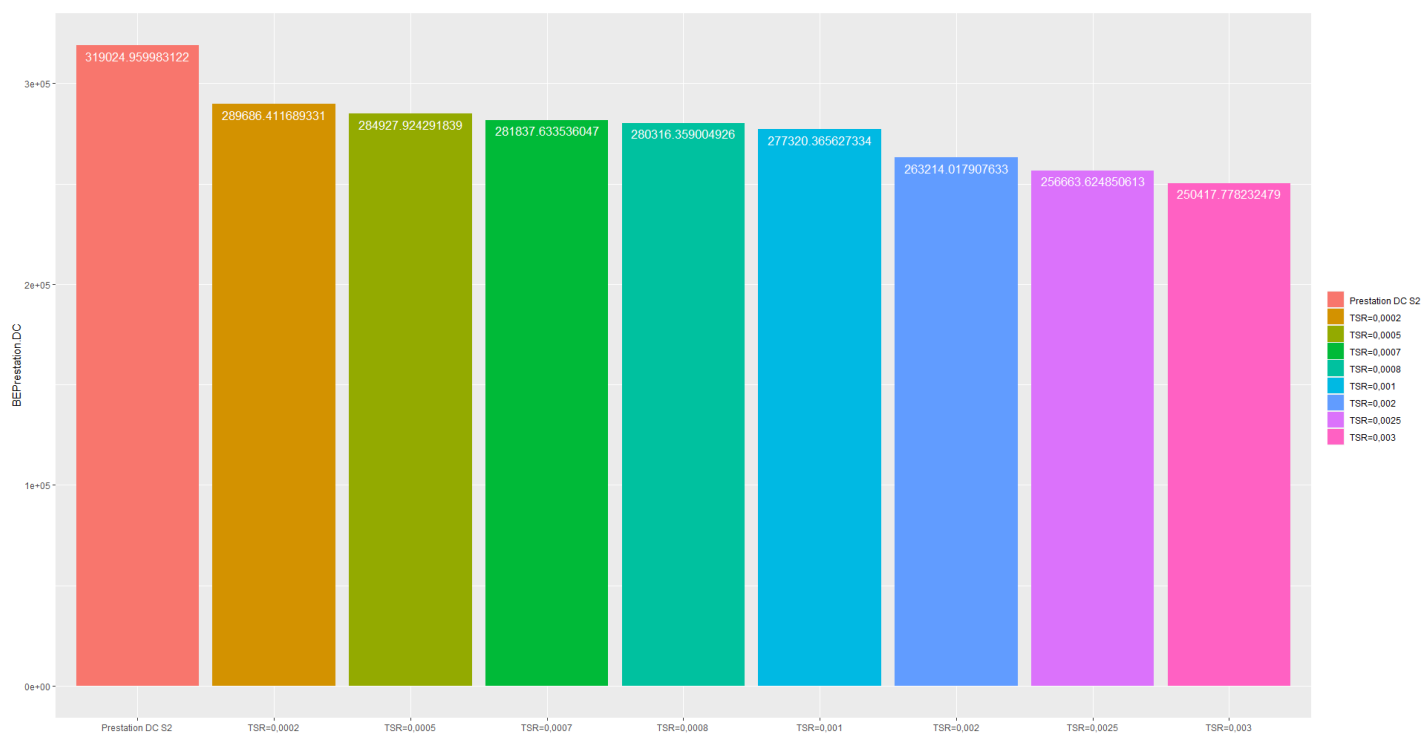


FIGURE 6.19 – Evolution du *best estimate* arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente

6.10.5 Calcul *best estimate* total suivant les taux de sortie en rente

La figure 6.20 ci-dessous montre l'évolution du *best estimate* total SBR en comparaison avec le *best estimate* SII. Il ressort que le *best estimate* total SII est très proche de celui de SBR lorsque le taux de sortie en rente est égal à 0,03%.

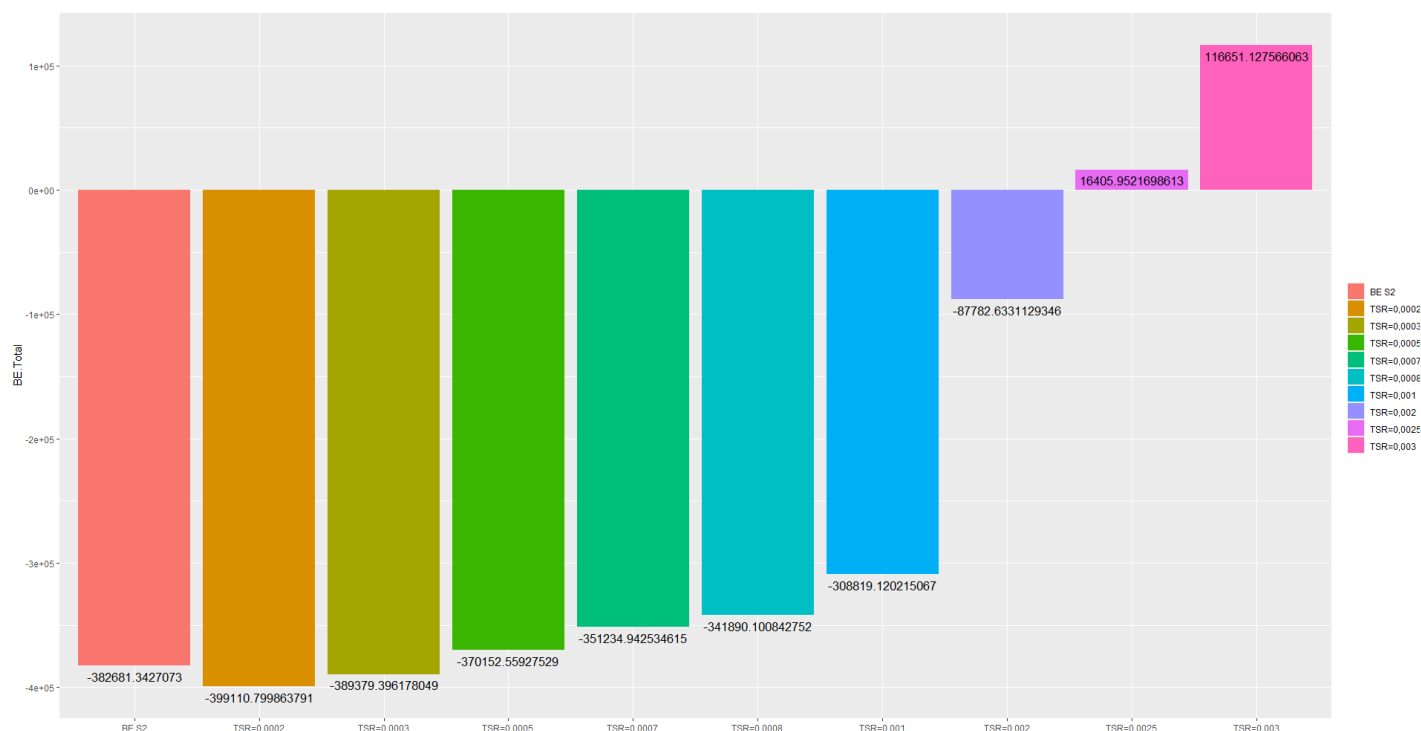


FIGURE 6.20 – Evolution du *best estimate* total SBR en fonction du taux de sortie en rente

Le *best estimate* SBR varie substantiellement en fonction du taux de sortie en rente. Ce dernier fait référence aux risques d'invalidité et d'incapacité. Cependant ces risques ne sont pas pris en compte dans la nouvelle norme marocaine. Vu que le paramètre du taux de sortie en rente a un impact sérieux sur le niveau du *best estimate*, donc du provisionnement, il conviendrait que l'Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale (ACAPS) se penche sur la question et trouve de quelle manière elle peut étudier la question de l'arrêt de travail.

Nous trouvons que pour l'impact qu'a le taux de sortie en rente sur le calcul du *best estimate* et du provisionnement, cette question devrait être étudiée profondément. L'Autorité pourrait faire une analogie avec la directive SII vu que la nouvelle norme en construction ressemble dans sa globalité à la directive SII.

Conclusion générale

L'objectif de ce mémoire est de comparer la nouvelle norme marocaine Solvabilité basée sur les risques et la directive Solvabilité II. C'est-à-dire de relever les différences et les similitudes entre les deux normes. Il ressort de toute l'étude descriptive que nous avons faite que Solvabilité basée sur les risques tient ses bases dans Solvabilité II mais s'adapte au marché d'assurance marocain. Toutefois il faut préciser que Solvabilité basée sur les risques dans sa version actuelle a fait beaucoup de simplifications par rapport à Solvabilité II. Elle demeure toutefois très prudente.

La prudence de la norme marocaine se traduit par l'absence de l'effet de diversification dans l'agrégation des modules de risques. En effet Solvabilité basée sur les risques considère que les modules de risques sont corrélés à 100 %. L'exigence de capital n'est qu'une somme des exigences de capital de chacun des modules de risques.

Pour l'illustration pratique, nous avons calculé la meilleure estimation d'un portefeuille emprunteur en se basant sur un portefeuille français. La modélisation de ce portefeuille a nécessité des hypothèses et des approximations vu que la norme SBR n'est qu'à l'étape de projet. Nous avons émis des hypothèses fortes. Par ces hypothèses, nous avons obtenu des résultats certes cohérents. La meilleure estimation des provisions techniques SBR est plus importante que celle de SII (elles sont d'ailleurs de signe opposé) et certainement les provisions techniques. Ce qui nécessitera une immobilisation importante de fonds et donc touchera la politique d'investissement.

Mais nous nous abstenons de tirer des conclusions puisque nos résultats dépendent des hypothèses que nous avons émises et des approximations faites. La nouvelle norme marocaine, encore en projet définira prochainement les paramètres de calcul.

Comme perspective, nous envisageons d'appliquer les chocs SII en Solvabilité basée sur les risques afin d'évaluer l'exigence de capital SBR puisque les chocs SBR ne sont pas encore définis. La deuxième étude d'impact devrait permettre de les fixer. Ensuite faire évoluer ces chocs et mesurer l'impact de ces derniers sur l'exigence de capital.

Nous avons comme objectif de construire un outil avec *R Shiny*, un package du logiciel **R**. Il permet de créer des pages web interactives sur lesquelles il est possible de réaliser toutes les analyses. Nous pourrions ainsi construire régulièrement la courbe des taux qui y sera disponible pour tout le monde comme le fait l'EIOPA et automatiser le calcul du *best estimate* ainsi que celui de SCR. Ceci deviendra peut-être un socle pour l'implémentation dans SALLTO¹, l'outil de projection et des calculs SII, développé en interne par Forsides Group.

1. Solvency assets liability Life tool

Bibliographie

- ACAPS (2017), ‘Solvabilité basées sur les risques (SBR)’. Projet de circulaire de l’ACAPS Document de consultation.
- ACAPS (2018a), ‘Rapport annuel secteur des assurances au maroc 2017’.
- ACAPS (2018b), ‘Rapport d’activité 2017’.
- ACAPS (2019a), ‘Secteur des assurances et de la réassurance’. Situation 2018.
- ACAPS (2019b), ‘Solvabilité basées sur les risques (SBR)’. Les enseignements de la première étude d’impacts quantitative (EIQ1).
- ACPR (2015), ‘Comptabilisation et valorisation des actifs et passifs autres que les provisions techniques’.
- ACPR (2018), ‘Finalisation des réformes « Bâle III »’, <https://acpr.banque-france.fr/finalisation-des-reformes-bale-iii-1>.
- BELLOIR, G. & CHOLLET, T. (2012), Solvabilité 2 – Swiss Solvency Test, Similitudes et divergences dans la mesure des exigences de marge de solvabilité pour les risques de souscription vie, Master’s thesis, Centre d’Etudes Actuarielles.
- BENROS, E. (2008), Solvabilité II : Calibrage des MCR/SCR dans le contexte QIS4, Master’s thesis, Université Louis Pasteur Strasbourg.
- BERRADA SOUMI, S. (2019), *Solvabilité basée sur les risques (SBR)*.
- BURR, I. (2015), Impact d’un dispositif de réassurance non-proportionnelle sur le risque de réserve, Master’s thesis, Université de Strasbourg.
- Chaou, B. (2019), ‘Solvabilité basée sur les risques : 3 questions à zouhair el alaoui’, *Finances News*.
- Decupère, S. (2011), Agrégation des risques et allocation de capital sous solvabilité II, Master’s thesis, Ecole Nationale de la Statistique et de l’Administration Economique (ENSEA).
- Delor, T. (2010), Construction d’un modèle de prévoyance dans le cadre de solvabilité 2, Master’s thesis, Institut des Sciences Financières et d’Assurance.
- EIOPA (2013), ‘Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment’.
- Elkadirié, A. (2017), ‘Assurances/solvabilité basée sur les risques : Les seuils minimums fixés en janvier 2019’, *Finances News*.
- FATHALLAH, O. (2004a), ‘Arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 2240-04 du 14 kaada 1425 (27 décembre 2004) relatif au contrat d’assurance’.
- FATHALLAH, O. (2004b), ‘Arrêté du ministre des finances et de la privatisations n° 2440-04 portant code des assurances’.

- FATHALLAH, O. (2005), 'Arrêté du ministre des finances et de la privatisations n° 1548-05 relatif aux entreprises d'assurance et de réassurance'.
- GAILLARD, R. (2017), La fiscalité sous solvabilité II, Master's thesis, Université de Strasbourg.
- Gornouchkina, O. (2007), Application des normes solvency II en assurance-vie, Master's thesis, Université Louis Pasteur Strasbourg.
- GROUPE DE TRAVAIL BEL Non Vie, I. d. A. (2016), 'Groupe de travail « Best Estimate Liabilities Non-vie »'. Manuel BEL Non-Vie.
- GROUPE DE TRAVAIL BEL Vie, I. d. A. (2016), 'Groupe de travail « Best Estimate Liabilities Vie »'. Exemples de pratiques actuarielles applicables au marché français.
- KAECKENBEECK, C. & MILLER, A. (2006), Solvabilité réglementaire des assureurs vie, Master's thesis, Université Catholique de Louvain.
- La rédaction JDN (2019), 'Fonds propres : définition, fonds négatifs et exception des banques ...', *JDN*.
- Lachieze-Rey, R. (2017), 'Chaînes de Markov (et applications)'.
- Levy, A. (2017), Solvabilité II : Exigences quantitatives et impacts comptables sur une société d'assurance mutuelle non-vie, Master's thesis, Université Paris Dauphine.
- Lo, A. (2017), 'Assurances : où en est la circulaire solvency II?', *Finances News*.
- Loustau, S. (2008-2009), 'Chaînes de markov et processus markoviens de sauts. applications aux files d'attente.'. Préparation à l'Agrégation Bordeaux 1.
- MIRVILLE, F. (2015), Comparaison des exigences réglementaires de solvabilité assurantielles et bancaires : quel cadre réglementaire pour une activité de cautionnement ?, Master's thesis, Institut des Sciences Financières et d'Assurance.
- MORAND, H. (2014), Fiscalité des assurances - identification et évaluation, Master's thesis, Institut des Sciences Financières et d'Assurance.
- Mutuelle Générale (2016), 'Rapport sur la solvabilité et la situation financière'.
- Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne (2008), 'RÈGLEMENT (CE) No 1126/2008 DE LA COMMISSION'.
- Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne (2009), 'DIRECTIVE 2009/138/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL' sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II).
- Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne (2014), 'RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/35 DE LA COMMISSION du 10 octobre 2014'.
- Ruch, J.-J. & Chabanol, M.-L. (2012-2013), 'Chaînes de markov'. Préparation à l'Agrégation Bordeaux 1.
- TANKOANO, D. (2011), 'La liquidation des sociétés d'assurance', *Mémoire Online*.
- Watson, T. (2012), 'Nouvelle publication de l'IAIS', <file:///C:/Users/hp/Downloads/TW-EU-2012-25978-IAIS-Insights-FR.pdf>. Les Principes de Base en Matière d'Assurance.
- YOUSOUFI, A. (2002), 'Bulletin officiel n° 5054 du jeudi 7 novembre 2002 portant codes des assurances'.

Annexes

Représentation des provisions techniques

Les provisions techniques ainsi que les autres passifs visés à l'article 238 de la loi n° 17-99 portant code des assurances ([FATHALLAH \(2004b\)](#)) sont représentés à l'actif des entreprises d'assurance et de réassurance dans les conditions et limitations définies à la part les valeurs énumérées ci-après :

1. Valeurs de l'Etat ;
2. Valeurs jouissant de la garantie de l'Etat ;
3. Créance sur le Fonds de solidarité des assurances dans le cadre des subventions accordées au titre des transferts d'office prévus à l'article 258 de la loi n° 17-99 précitée ;
4. Créance sur la Société centrale de réassurance correspondant à des provisions afférentes aux cessions légales non déposées auprès des cédants ;
5. Obligations émises par les banques ;
6. Avances sur contrats vie ;
7. Immeubles urbains bâtis, situés au Maroc ;
8. Autres immeubles urbains situés au Maroc ;
9. Parts et actions de sociétés immobilières y compris les avances en compte courant ;
10. Prêts en première hypothèque sur des immeubles situés au Maroc, dans les limites et conditions fixées par le ministre chargé des finances, sans que l'ensemble des hypothèques inscrites en premier rang sur un même immeuble ne puisse excéder 75 % de sa valeur estimative ;
11. Prêts sur les valeurs énumérées aux paragraphes n° 1 et n° 2 ci-dessus ;
12. Titres de créances négociables (certificats de dépôt) soumis aux conditions et règles édictées par la loi n° 35-94 relative à certains titres de créances négociables, promulguée par le dahir n° 1-95-3 du 24 chaâbane 1415 (26 janvier 1995) ;
13. Titres de créances négociables (bons des sociétés de financement) soumis aux conditions et règles édictées par la loi n° 35-94 précitée ;
14. Titres de créances négociables (billets de trésorerie) soumis aux conditions et règles édictées par la loi n° 35-94 précitée, garantis par des avals bancaires ;
15. Obligations cotées à la bourse des valeurs ;
16. Autres obligations dont l'émission a reçu le visa du Conseil déontologique des valeurs mobilières ;
17. Actions cotées à la bourse des valeurs ;
18. Actions des sociétés d'investissement à capital variable ou parts de fonds communs de placement dont l'objet est limité à la gestion d'un portefeuille de valeurs mentionnées aux n° 1 et n° 2 du présent annexe ;
19. Actions des sociétés d'investissement à capital variable ou parts de fonds communs de placement dont l'objet n'est pas limité seulement à la gestion d'un portefeuille de valeurs mentionnées aux n° 1 et n° 2 du présent annexe ;

20. Obligations émises par les fonds de placements collectifs en titrisation soumis aux conditions et règles édictées par la loi n° 10-98 relative à la titrisation de créances hypothécaires, promulguée par le dahir n° 1-99-193 du 13 jourmada I 1420 (25 août 1999) ;
21. Primes ou cotisations à recevoir, afférentes à des opérations d'assurance vie, de deux mois de date au plus, nettes de taxes et de charges d'acquisition ;
22. Primes ou cotisations à recevoir, afférentes à des opérations d'assurances non-vie, de deux mois de date au plus, nettes de taxes et de charges d'acquisition ;
23. Créances sur les entreprises d'assurances et de réassurance visées à l'article 158 de la loi n° 17-99 précitée correspondant à des provisions afférentes aux cessions facultatives non déposées auprès des cédants ;
24. Créances nettes sur les cédants au titre des acceptations en réassurance ;
25. Espèces en caisse ou déposées auprès des organismes visés à l'article ci-dessous ;
26. Charges d'acquisition reportées ;
27. Autres placements, sur autorisation, pour chaque cas, par le ministre chargé des finances ([FATHALLAH \(2005\)](#)).

Courbe des taux

Pour le calcul de la meilleure estimation des provisions techniques, les flux futurs probabilisés sont actualisés par la courbe des taux zéro-coupon. Cette courbe est construite sur la base de la courbe des taux de référence publiée quotidiennement par Bank Al-Maghrib, la banque centrale marocaine.

La méthode recommandée par SBR, pour la construction de cette courbe des taux, est celle de la méthode de Smith-Wilson (Annexe n° 2 du Projet de circulaire de SBR). Cette annexe décrit cette méthode ainsi que la construction d'une courbe à partir des données récupérées sur le site officiel de Bank AL Maghrib.

Il sera également présenté dans cette annexe, deux (2) autres méthodes de construction de la courbe des taux zéro-coupon. Il s'agit de la méthode de Nelson Siegel et celle de Svenson.

La construction de cette courbe des taux suit plusieurs étapes.

B.1 Importation des données

Les données utilisées sont celle du 31 décembre 2018 récupérées le 17 juin 2019 à 11h 25

```
library(knitr);library(readr);library(kableExtra)
dataRate<- read_delim(
"C:/Users/hp/Google Drive/Actuariat 5-6/Komi AYOLA 1/7-Divers/Taux.csv"
, ";", escape_double = FALSE, col_types = cols(
dateEcheance = col_date(format = "%d/%m/%Y"),
dateValeur = col_date(format = "%d/%m/%Y"), tauxMoyenPondere =
col_number()), locale = locale(decimal_mark = ","), trim_ws = TRUE)
kable(dataRate, format = "latex", booktabs=TRUE)%>%
kable_styling(latex_options = "striped")
```

dateEcheance	transaction	tauxMoyenPondere	dateValeur
2019-05-20	175.11	0.0232	2019-05-13
2019-08-02	52.21	0.0232	2019-05-14
2019-10-18	35.16	0.0230	2019-06-13
2020-01-20	20.28	0.0232	2019-06-13
2021-03-15	68.81	0.0237	2019-06-13
2021-04-19	76.29	0.0238	2019-06-13
2022-05-16	40.14	0.0244	2019-06-13
2023-06-19	234.08	0.0252	2019-06-13
2023-10-16	51.93	0.0253	2019-06-13
2024-04-15	82.59	0.0256	2019-06-13
2025-06-02	168.84	0.0265	2019-06-13
2028-06-19	102.01	0.0293	2019-06-13
2029-04-16	73.86	0.0296	2019-06-13
2029-06-18	173.88	0.0297	2019-06-13
2030-08-05	47.55	0.0306	2019-06-13
2034-07-17	30.65	0.0336	2019-06-13
2036-12-04	357.35	0.0350	2019-06-13
2038-08-16	219.87	0.0357	2019-06-13
2046-02-19	46.97	0.0413	2019-06-04

B.1.1 Calcul de la maturité

Déterminons les maturités en années. Nous les conservons en leur valeur exacte pour ne pas avoir les doublons. Nous construisons la courbe brute ci-dessus pour observer l'allure de la courbe.

```
library(lubridate) #Pour utiliser la fonction interval et time_length
int=interval(dataRate$dateValeur,dataRate$dateEcheance)
dataRate$maturity=time_length(int,"year")
ggplot(data = dataRate,aes(x=maturity,y=tauxMoyenPondere))+geom_line()+
geom_point(data = dataRate,aes(x=maturity,y=tauxMoyenPondere),size=1)+
xlab("Maturité")+ylab("Taux zéro-coupon")+
theme(legend.position = "bottom",axis.title = element_text
(face = "bold",size = rel(1)),axis.ticks = element_line(size = rel(2)),
axis.text = element_text(size = 10,face = "bold"),
legend.text = element_text(face = "bold",size = 5),panel.grid.major =
element_line(size=1),panel.grid.minor = element_line(size=1))
```

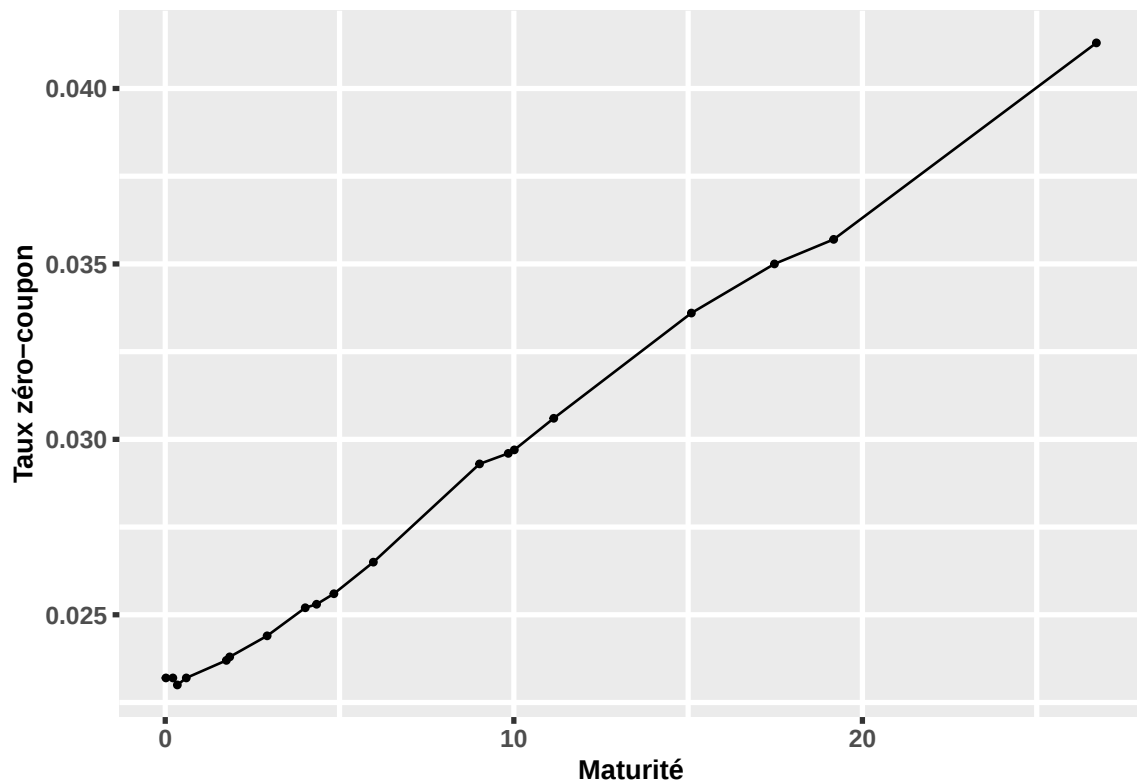


FIGURE B.1 – Données brutes

B.2 Interpolation linéaire

Le Projet de circulaire SBR en son annexe n° 2, précise qu'il faut faire une interpolation linéaire sur les données afin d'avoir les taux actuariels de pleines maturités $[1, 2, \dots, LLP]$ où LLP ¹ est le dernier point liquide.

Dernier point liquide (LLP)

Le dernier point liquide est déterminé de sorte que le volume cumulé des obligations dont les échéances sont supérieures au LLP est inférieur à 6 % du volume total des transactions prises en compte pour la construction de la courbe des taux de référence des bons du Trésor.

B.2.1 Détermination du dernier point liquide

```
dataRate$tranDPL=format(
1-cumsum(dataRate$transaction)/sum(dataRate$transaction),digit=5)
```

Ci-dessous affichées les 10 dernières lignes du tableau des données. La dernière colonne « **tranDPL** » est déterminée en faisant la différence entre le volume total des transactions et leur sommes cumulées.

1. Last Liquid Point en anglais

dateEcheance	transaction	tauxMoyenPondere	dateValeur	maturity	tranDPL
2024-04-15	82.59	0.0256	2019-06-13	4.838798	0.593406
2025-06-02	168.84	0.0265	2019-06-13	5.969863	0.511348
2028-06-19	102.01	0.0293	2019-06-13	9.016438	0.461771
2029-04-16	73.86	0.0296	2019-06-13	9.841096	0.425874
2029-06-18	173.88	0.0297	2019-06-13	10.013699	0.341367
2030-08-05	47.55	0.0306	2019-06-13	11.145205	0.318257
2034-07-17	30.65	0.0336	2019-06-13	15.093151	0.303361
2036-12-04	357.35	0.0350	2019-06-13	17.476712	0.129686
2038-08-16	219.87	0.0357	2019-06-13	19.175342	0.022828
2046-02-19	46.97	0.0413	2019-06-04	26.712329	0.000000

Il apparait que le LLP se trouve entre 17 et 19. Compte tenu de données, nous retenons que $LLP = 17.4767123$.

B.2.2 Approximation linéaire

On obtient la figure suivante après interpolation linéaire.

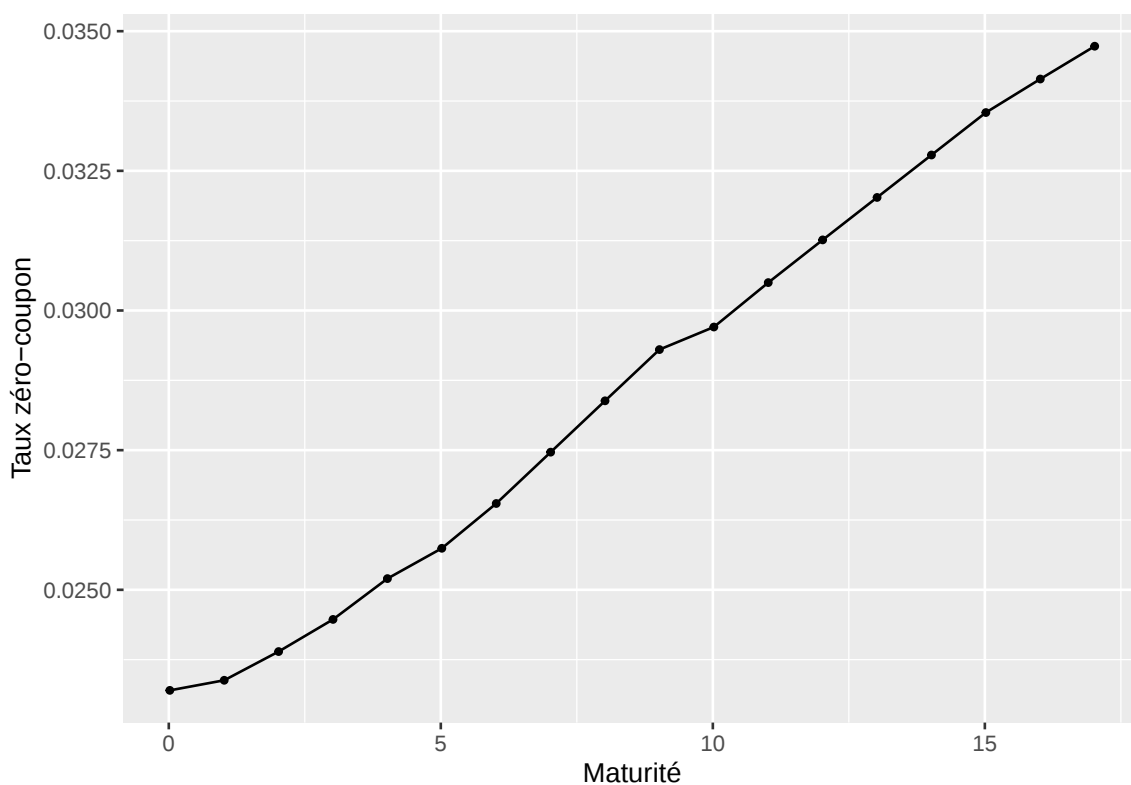


FIGURE B.2 – Interpolation linéaire

B.2.3 Reconstitution de la base de données

Après cette interpolation linéaire, nous reconstituons la base des données pour les maturités pleines $[1, 2, \dots, LLP]$.

```
dataRate=data.frame(maturity=c(1:DPL),rate=f(1:LLP))
```

Nous pouvons calculer les prix zéro-coupon par la formule suivante :

$$P(0, \tau) = \frac{1}{(1 + R(0, \tau))^\tau}$$

maturity	rate	prix
1	0.0233723	0.9771615
2	0.0238842	0.9538901
3	0.0244561	0.9300791
4	0.0251880	0.9052863
5	0.0257283	0.8807210
6	0.0265277	0.8546257
7	0.0274468	0.8273413
8	0.0283658	0.7995008
9	0.0292849	0.7712224
10	0.0296921	0.7463222
11	0.0304845	0.7186938
12	0.0312495	0.6912494
13	0.0320094	0.6639147
14	0.0327693	0.6367271
15	0.0335292	0.6097596
16	0.0341326	0.5844940
17	0.0347200	0.5597726

B.3 Méthode de Nelson-Siegel

Pour Nelson-Siegel le taux zéro-coupon est de la forme :

$$R(0, \tau) = \beta_0 + \beta_1 \varphi(\tau/\alpha_1) + \beta_2 \psi(\tau/\alpha_1)$$

où

$$\varphi(\tau/\alpha_1) = \frac{1 - \exp(-\tau/\alpha_1)}{\tau/\alpha_1}$$

et

$$\psi(\tau/\alpha_1) = \frac{1 - \exp(-\tau/\alpha_1)}{\tau/\alpha_1} - \exp(-\tau/\alpha_1)$$

avec

- α_1 le paramètre d'échelle
- β_0 le facteur niveau c'est-à-dire le taux long
- β_1 le facteur de rotation c'est-à-dire l'écart entre le taux court et le taux long

— β_2 le facteur de pente.

Ce modèle peut être implémenté dans R par le package *YieldCurve*. Mais nous n'avons pu déterminer que les paramètres et nous avons réécrit les fonctions ψ et φ ainsi que la fonction des taux zéro-coupon. En effet il y avait un problème d'adaptation de données sinon il existe la fonction *NSrates* qui détermine directement les taux.

B.3.1 Estimation des paramètres

On charge d'abord le package *YieldCurve*. Puis on calcule les paramètres α_1 , β_0 , β_1 et β_2 .

On obtient que $\beta_0 = 0,0512284$, $\beta_1 = -0,0281716$, $\beta_2 = -0,0252954$ et $\alpha_1 = 0,1630265$. Par suite nous pouvons calculer les taux.

```
#la fonction phi
phi=function(x,y){
  (1-exp(-y*x))/(y*x)
}

#la fonction psi
psi=function(x,y){
  phi(x,y)-exp(-y*x)
}

#la fonction R(0,tau)
tauxZC_NS=function(x){
  beta_0+beta_1*phi(x,lambda)+beta_2*psi(x,lambda)
}

tauxZC_NS(dataRate$maturity)
```

```
## [1] 0.02338233 0.02386039 0.02445261 0.02512782 0.02586081 0.02663128
## [7] 0.02742303 0.02822321 0.02902173 0.02981076 0.03058436 0.03133808
## [13] 0.03206867 0.03277392 0.03345238 0.03410324 0.03472619
```

B.3.2 Construction de la courbe des taux

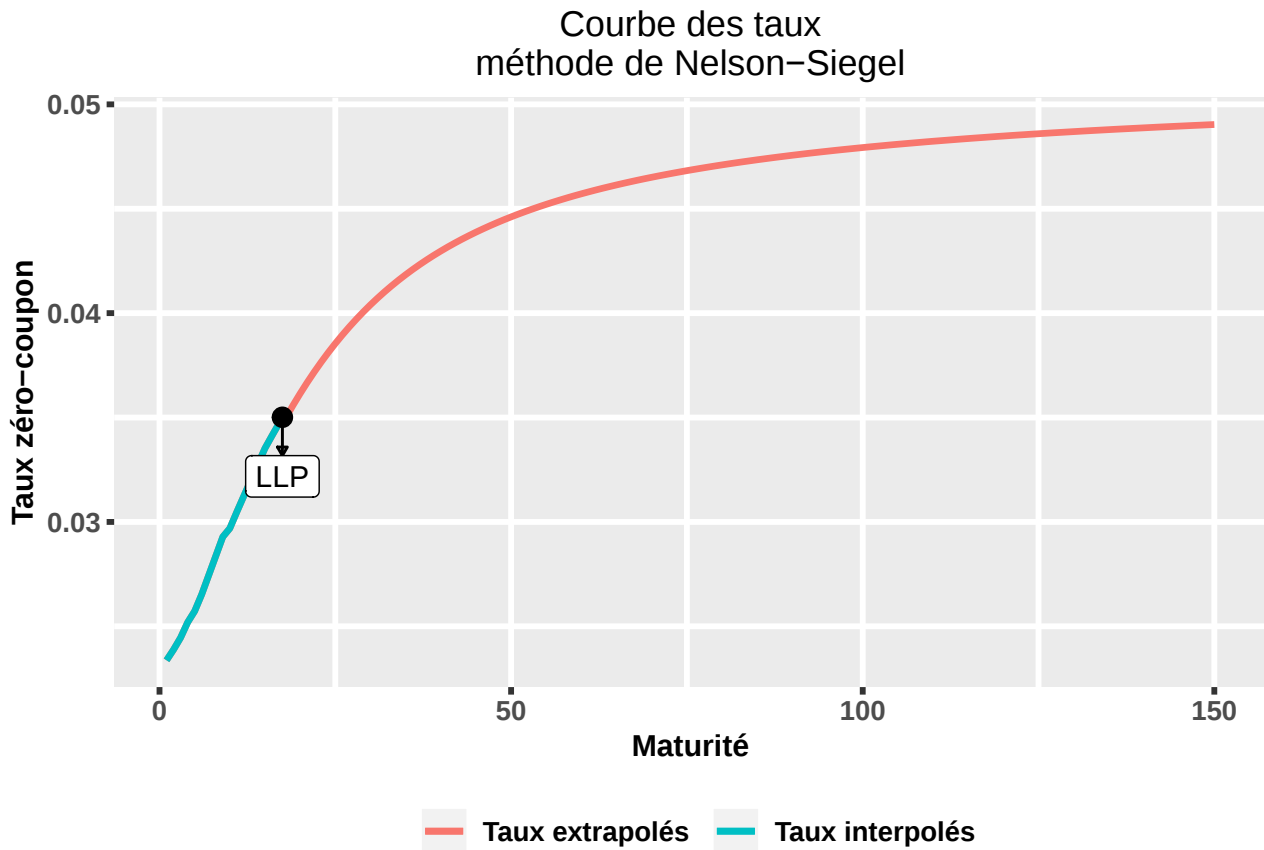


FIGURE B.3 – Courbe des taux : méthode de Nelson-Siegel

B.4 Paramétrisation de Svensson

La méthode de Svensson est une extension du modèle de Nelson-Siegel. Lars Svensson soutient que le modèle ajusté qu'il propose permet de corriger la flexibilité et la précision du premier modèle. Il ajoute ainsi un autre terme à l'expression de Nelson-Siegel portant ainsi à 6 le nombre de paramètres à déterminer.

$$R(0, \tau) = \beta_0 + \beta_1 \varphi(\tau/\alpha_1) + \beta_2 \psi(\tau/\alpha_1) + \beta_3 \psi(\tau/\alpha_2)$$

Les paramètres à déterminer sont : $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \alpha_1, \beta_3, \alpha_2)$

B.4.1 Détermination des paramètres

Comme le modèle précédent, on procède à la détermination des coefficients en utilisant la fonction *Svensson*. Ensuite on recode les fonctions.

On obtient :

$$\beta = (0.0594558, -0.0362916, -0.017375, -0.0427693, 3.9034772, 9.20101)$$

B.4.2 Calcul et construction de la courbe des taux

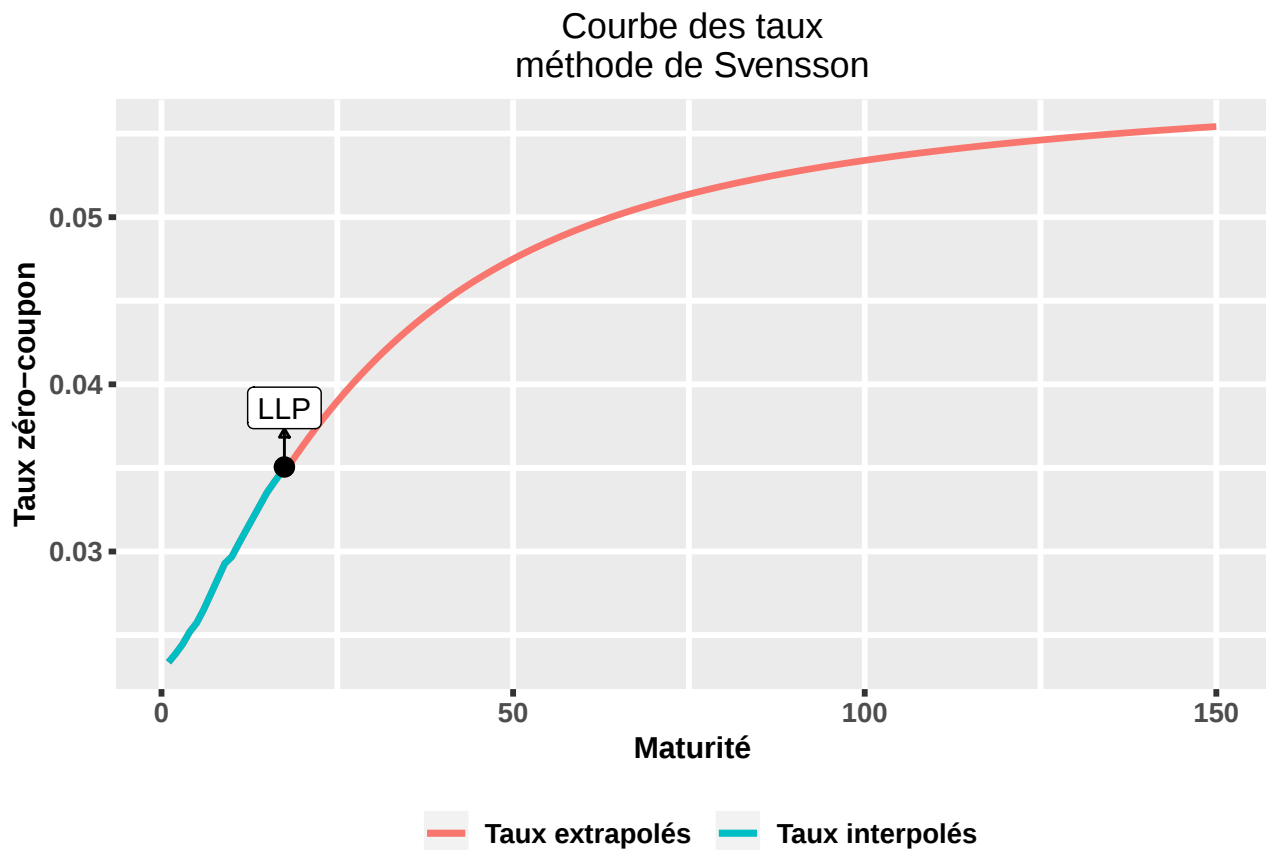


FIGURE B.4 – Courbe des taux : méthode de Svensson

B.5 Méthode de Smith-Wilson

Cette méthode est une approche macroéconomique où les prix des obligations zéro-coupon, pour chaque maturité, sont fonction du taux forward long terme, l'Ultimate Forward Rate (UFR).

Ultimate Forward Rate

L'UFR est le taux ultime vers lequel convergent les taux. En effet au-delà d'une certaine limite, le dernier point liquide (Last Liquid Point), les données observables ne sont plus fiables. D'où vient la nécessité d'extrapoler à partir de ce point. À partir de ce dernier point, la courbe doit converger vers l'UFR.

Ainsi une fois que les prix zéro-coupon sont déterminés, il est aisé de trouver les taux zéro-coupon correspondants.

Selon cette méthode, les prix zéro-coupon sont donnés par :

$$P(0, \tau) = e^{-ufr \times \tau} + \sum_{j=1}^n \xi_j W(\tau, \tau_j)$$

où

$$W(\tau, \tau_j) = e^{-ufr \times (\tau + \tau_j)} \left\{ \alpha \min(\tau, \tau_j) - 0.5 e^{-\alpha \max(\tau, \tau_j)} \left[e^{\alpha \min(\tau, \tau_j)} - e^{-\alpha \min(\tau, \tau_j)} \right] \right\} \quad (\text{B.1})$$

avec

- ufr est l'ultimate forward rate
- $\tau_1, \dots, \tau_n$ sont les maturités des obligations zéro-coupon observées
- α est la vitesse de convergence
- $\xi_1, \dots, \xi_n$ sont les paramètres à déterminer

Pour avancer nous supposons que l'ultimate forward rate vaut $ufr = 5,1 \%$ et la vitesse de convergence $\alpha = 0,0044$. Nous ferons par la suite une étude de sensibilité.

B.5.1 Détermination des paramètres

Une fois que α et ufr sont fixés, on montre que le vecteur $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)'$ des paramètres est déterminé par transformation matricielle :

$$\xi = W^{-1}(P - \mu) \quad (\text{B.2})$$

où

$$P = \begin{pmatrix} P(0, \tau_1) \\ \vdots \\ P(0, \tau_n) \end{pmatrix} \quad \mu = \begin{pmatrix} e^{-ufr \times \tau_1} \\ \vdots \\ e^{-ufr \times \tau_n} \end{pmatrix} \quad W = \begin{pmatrix} W(\tau_1, \tau_1) & \cdots & W(\tau_1, \tau_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W(\tau_n, \tau_1) & \cdots & W(\tau_n, \tau_n) \end{pmatrix}$$

Une fois que ξ est déterminé il est aisé de calculer $P(0, \tau)$, pour tout $\tau > 0$

$$P(0, \tau) = e^{-ufr \times \tau} + \sum_{j=1}^n \xi_j W(\tau, \tau_j)$$

On déduit facilement le taux zéro-coupon :

$$R(0, \tau) = \left(\frac{1}{P(0, \tau)} \right)^{1/\tau} - 1$$

B.5.2 Implémentation sur R

On a les paramètres suivants :

```
ufr=0.051
alpha=0.0044
P=dataRate$prix
mu=exp(-ufr*dataRate$maturity)
horizon=150
```

Calcul de fonction et la matrice de Wilson

La fonction de Wilson est la fonction w (formule B.1) définie précédemment dans le calcul du prix zéro-coupon.

```
w=function(x,y){
  exp(-ufr*(x+y))*(alpha*min(x,y)-0.5*exp(-alpha*max(x,y))*
    (exp(alpha*min(x,y))-exp(-alpha*min(x,y))))
}
```

Elle permet de définir la matrice W de Wilson. Pour une question de lisibilité, nous affichons les 10 premières colonnes de la matrice.

```
fct<-function(x){
  sapply(1:nrow(dataRate), function(j){
    w(dataRate$maturity[x],dataRate$maturity[j])})
}
W.matrix<-sapply(1:nrow(dataRate), fct)

kable(round(W.matrix[,1:10],3),format = "latex",booktabs=TRUE)%>%
  kable_styling(latex_options = "striped")
```

0.001	0.003	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008
0.003	0.005	0.007	0.009	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.015
0.004	0.007	0.010	0.013	0.015	0.017	0.019	0.020	0.021	0.022
0.005	0.009	0.013	0.016	0.019	0.021	0.024	0.025	0.027	0.028
0.006	0.011	0.015	0.019	0.022	0.025	0.028	0.030	0.032	0.033
0.006	0.012	0.017	0.021	0.025	0.029	0.032	0.034	0.036	0.038
0.007	0.013	0.019	0.024	0.028	0.032	0.035	0.038	0.040	0.042
0.007	0.014	0.020	0.025	0.030	0.034	0.038	0.041	0.043	0.045
0.008	0.015	0.021	0.027	0.032	0.036	0.040	0.043	0.046	0.048
0.008	0.015	0.022	0.028	0.033	0.038	0.042	0.045	0.048	0.051
0.008	0.016	0.023	0.029	0.034	0.039	0.043	0.047	0.050	0.053
0.008	0.016	0.023	0.029	0.035	0.040	0.044	0.048	0.051	0.054
0.009	0.016	0.024	0.030	0.036	0.041	0.045	0.049	0.053	0.055
0.009	0.017	0.024	0.030	0.036	0.041	0.046	0.050	0.053	0.056
0.009	0.017	0.024	0.031	0.036	0.042	0.046	0.050	0.054	0.057
0.009	0.017	0.024	0.031	0.036	0.042	0.046	0.050	0.054	0.057

Calcul des paramètres ξ et construction de la courbe des taux zéro-coupon

En implémentant la formule B.2 on obtient les paramètres suivants :

```
(paramSW=as.vector(solve(W.matrix)%*%(P-mu)))
```

```
## [1] 17.09524 -39.39688 99.60284 -153.68810 108.14642 16.80413
## [7] -127.49793 430.31642 -843.73215 824.87442 -422.11725 139.04732
## [13] -89.84970 237.06418 -357.25126 248.88380 -76.92716
```

```
prix_ZC=function(tau){
  y=sapply(1:nrow(dataRate), function(x){w(tau,dataRate$maturity[x])})
  exp(-ufr*tau)+sum(paramSW*y)
}
```

On a la courbe suivante :

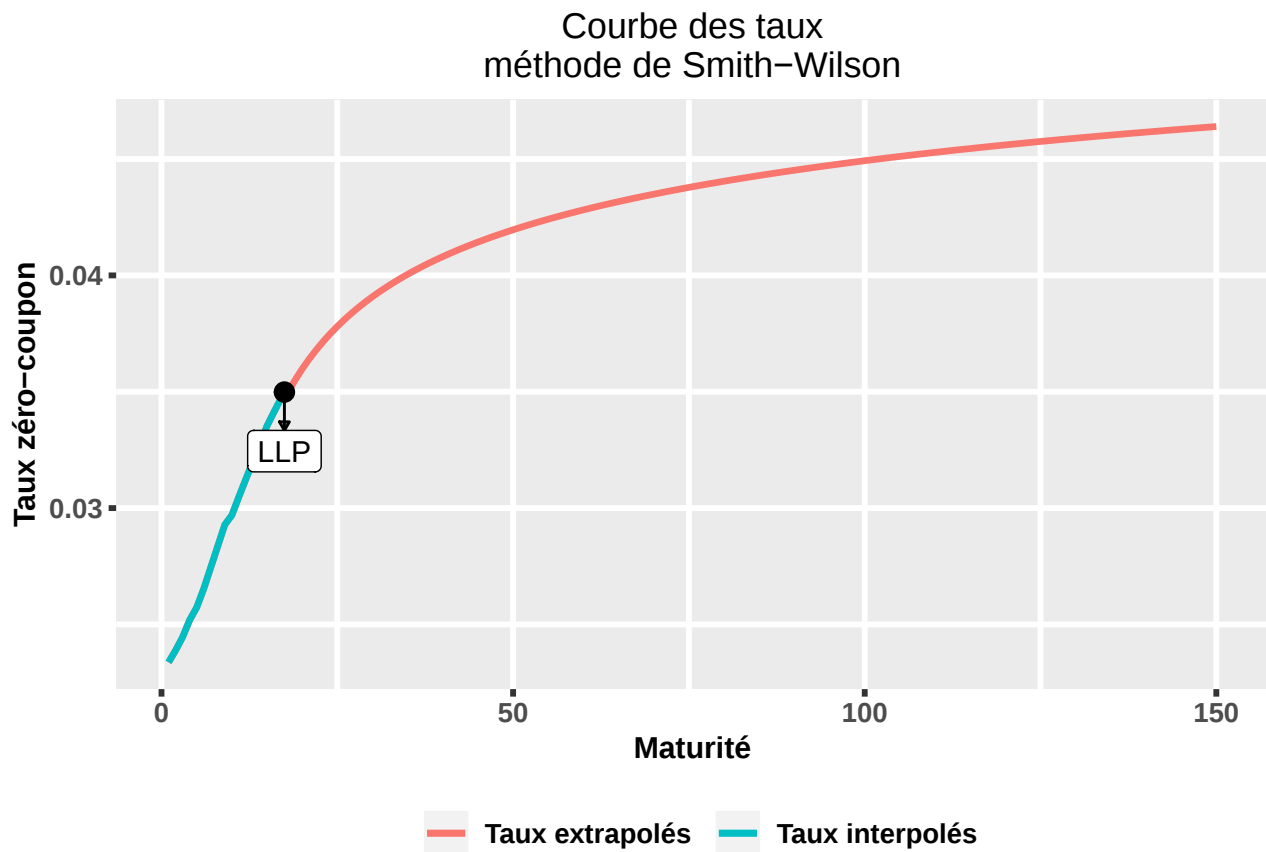


FIGURE B.5 – Courbe des taux : méthode de Smith-Wilson

B.6 Mesure de l'efficacité des trois méthodes

Nous mesurons ici l'erreur de prédiction par les trois (3) méthodes de construction de la courbe des taux. Pour mesurer cette erreur, nous calculons l'écart quadratique moyen (RMSE¹)

	Nelson Siegel	Svensson	Smith Wilson
RMSE	$9,85 \cdot 10^{-5}$	$9,7 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-13}$

TABLE B.1 – RMSE des trois méthodes

Il est facile de remarquer que l'erreur commise par la méthode de Smith-Wilson est la plus faible.

Ci-dessous une superposition des différentes courbes :

1. Root mean square error

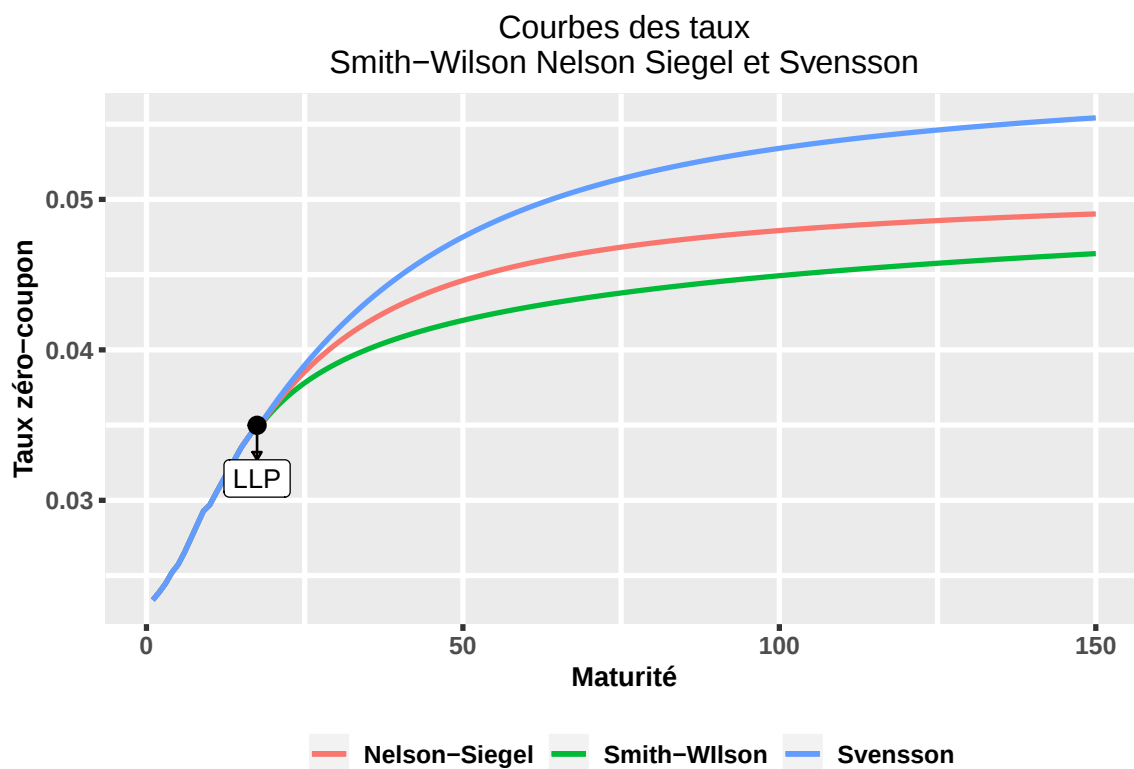


FIGURE B.6 – Courbes des taux : toutes les 3 méthodes

En superposant la courbe de l'EIOPA sur celle de SBR, on obtient la figure suivante. On observe que la courbe SBR est largement au dessus de celle de l'EIOPA.

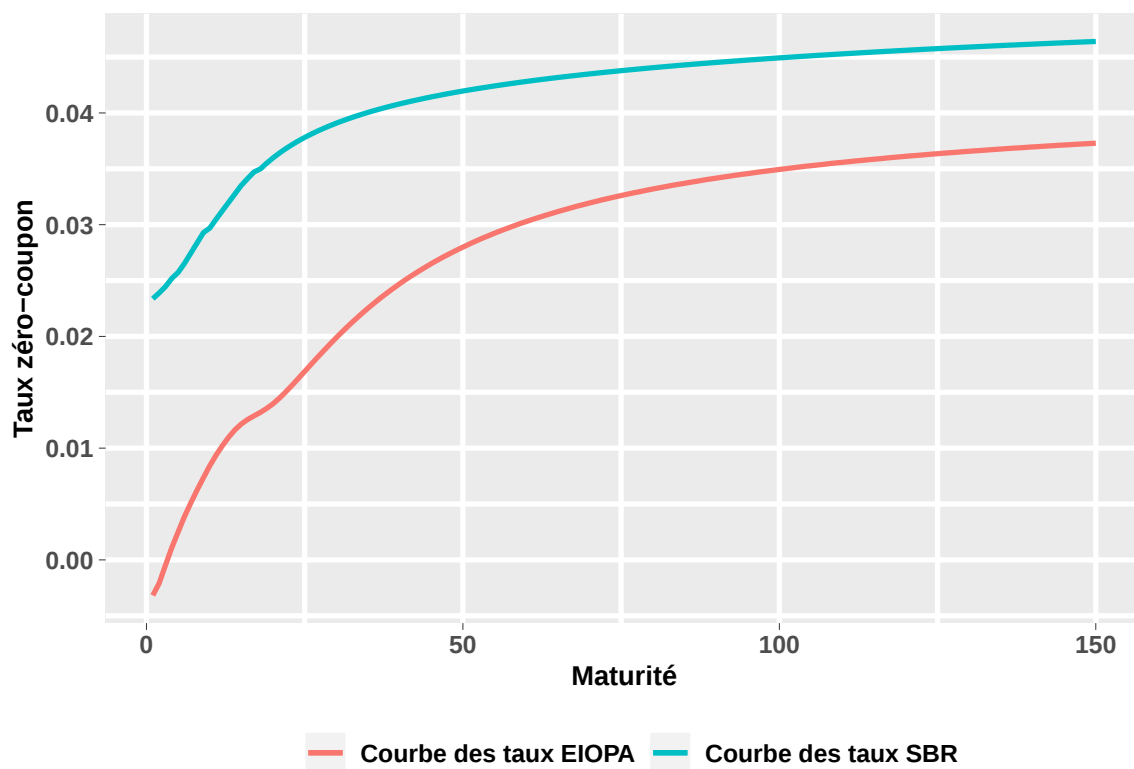


FIGURE B.7 – Superposition de la courbe des taux zéro-coupon EIOPA et SBR

Lignes d'activités Solvabilité basée sur les risques

Selon le projet de circulaire SBR [ACAPS \(2017\)](#), les entreprises d'assurance et de réassurance doivent considérer la segmentation des opérations d'assurance et de réassurance par catégorie telles que prévoit l'article 55 de l'Arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005) relatif aux entreprises d'assurances et de réassurance [FATHALLAH \(2005\)](#).

- 1 - Opérations vie et capitalisation
 - 11 - Assurance individuelle
 - 111 - en cas de décès
 - 112 - en cas de vie
 - 113 - mixte
 - 12 - Assurance populaire
 - 121 - en cas de décès
 - 122 - en cas de vie
 - 123 - mixte
 - 13 - Assurance de groupes
 - 131 - en cas de décès
 - 132 - en cas de vie
 - 133 - mixte
 - 14 - Capitalisation
 - 141 - individuelle
 - 142 - groupe
 - 15 - Contrats à capital variable
 - 151 - Assurances individuelles en cas de décès
 - 152 - Assurances individuelles en cas de vie
 - 153 - Assurances individuelles mixtes
 - 154 - Assurances populaires
 - 155 - Assurances de groupe en cas de décès
 - 156 - Assurances de groupe en cas de vie
 - 157 - Assurances de groupe mixte

- 158 - Capitalisation - individuelle
- 159 - Capitalisation – groupe
- 18 - Autres opérations
 - 181 - Nuptialité, natalité ;
 - 182 - Acquisition d'immeubles au moyen de la constitution de rentes viagères
 - 188 - Autres
- 2 - Opérations non-vie
 - 21 - Accidents corporels – maladie – maternité
 - 211 - Individuelles accidents
 - 212 - Invalidité
 - 213 - Maladie – maternité
 - 214 - Personnes transportées en automobile
 - 22 - Accidents du travail et maladies professionnelles
 - 23 - Véhicules terrestres à moteur
 - 231 - Responsabilité civile
 - 2311 - Véhicules à usage de tourisme
 - 2312 - Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes
 - 2313 - Véhicules utilitaires de 3,5 tonnes et plus
 - 2314 - Véhicules affectés au transport public de voyageurs
 - 2315 - Véhicules à deux ou trois roues
 - 2318 - Autres véhicules
 - 232 - Garanties autres que la responsabilité civile
 - 24 - Responsabilité civile générale
 - 241 - Responsabilité civile résultant de l'emploi de véhicules fluviaux et maritimes
 - 242 - Responsabilité civile résultant de l'emploi de véhicules aériens ;
 - 248 - Autres responsabilités civiles ;
 - 25 - Incendie et éléments naturels
 - 251 - Incendie
 - 252 - Eléments naturels
 - 253 - Pertes pécuniaires
 - 26 - Assurances des risques techniques
 - 261 - Tous risques chantiers
 - 262 - Tous risques montage
 - 263 - Bris de machines
 - 264 - Tous risques informatiques
 - 265 - Pertes pécuniaires
 - 266 - Responsabilité civile décennale
 - 27 - Transport
 - 271 - Maritime corps
 - 272 - Maritimes facultés
 - 273 - Marchandises transportées par voie terrestre
 - 274 - Aviation corps
 - 28 - Autres opérations

- 281 - Vol
- 282 - Grêle ou gelée
- 283 - Mortalité du bétail
- 284 - Assurance récolte
- 285 - Protection juridique
- 286 - Pertes pécuniaires
- 288 - Autres
- 29 - Assistance - crédit - caution
 - 291 - Assistance
 - 292 - Crédit
 - 293 - Caution
- 3 - Opérations d'acceptation en réassurance
 - 31 - Acceptations vie
 - 32 - Acceptations non vie

Lignes d'activités Solvabilité II

A. Engagements d'assurance non-vie

- (1) Assurance des frais médicaux
- (2) Assurance de protection de revenu
- (3) Assurance d'indemnisation des travailleurs
- (4) Assurance de responsabilité civile automobile
- (5) Autre assurance des véhicules à moteur
- (6) Assurance maritime, aérienne et transport
- (7) Assurance incendie et autre dommages au biens
- (8) Assurance responsabilité civile générale
- (9) Assurance crédit et cautionnement
- (10) Assurance de protection juridique
- (11) Assurance assistance
- (12) Assurance pertes pécuniaires diverses

B. Engagements de réassurance proportionnelle en non-vie

Les lignes d'activité 13 à 24 comprennent les engagements de réassurance proportionnelle qui portent sur les engagements visés respectivement aux lignes d'activité 1 à 12.

C. Engagements de réassurance non proportionnelle en non-vie

- (25) Réassurance santé non proportionnelle
- (26) Réassurance accidents non proportionnelle
- (27) Réassurance maritime, aérienne et transport non proportionnelle
- (28) Réassurance dommages non proportionnelle

D. Engagements d'assurance vie

- (29) Assurance santé
- (30) Assurance avec participation aux bénéfices
- (31) Assurance indexée et en unités de compte
- (32) Autre assurance vie
- (33) Rentes découlant des contrats d'assurance non-vie et liées aux engagements d'assurance santé
- (34) Rentes découlant des contrats d'assurance non-vie et liées aux engagements d'assurance autres que les engagements d'assurance santé

E. Engagements de réassurance vie

- (35) Réassurance santé
- (36) Réassurance vie

Détermination des frais de gestion

Pour la détermination du montant de frais de gestion, l'entreprise d'assurances et de réassurance applique la clé de répartition, telle que définie aux points 1, 2 et 3 ci-dessous, à la somme des montants issus de son compte de produits et charges (compte de résultat) correspondant aux comptes ci-après :

- achats consommés de matières et fournitures ;
- autres charges externes ;
- charges du personnel ;
- charges d'exploitation ;
- frais de gestion des placements.

1. Les frais de gestion affectables en totalité à une catégorie ou à une sous-catégorie sont imputés directement et individuellement.
2. Pour les frais de gestion non affectables, ils sont répartis selon leur nature de la façon suivante :

- **Frais de gestion - hors frais de gestion des placements**

Sauf le cas où l'entreprise d'assurances et de réassurance dispose d'une méthode plus élaborée et justifiée, notamment d'un système de comptabilité analytique, la ventilation des frais de gestion (hors frais de gestion des placements) non affectables directement est obtenue en divisant

- Le total des primes, des prestations et frais payés et de la variation positive des provisions techniques de chaque catégorie ou sous-catégorie d'assurance ;
- Par le total des primes, des prestations et frais payés et de la variation positive des provisions techniques de l'ensemble des catégories et sous-catégories d'assurance.

- **Frais de gestion des placements**

Les frais de gestion des placements affectés à la représentation des provisions techniques sont, à défaut d'une méthode plus élaborée, notamment un système de comptabilité analytique, ventilés par catégorie ou sous-catégorie au prorata de la moyenne des provisions techniques brutes de réassurance des deux derniers exercices compte non tenu des provisions techniques de la gestion spéciale des rentes accidents du travail et des contrats vie et capitalisation à capital variable.

3. Les frais de gestion non récurrents ne sont pas pris en considération dans la détermination du montant des frais de gestion précités.

Ajustement pour défaut de contrepartie SBR

L'ajustement pour défaut de contrepartie est déterminé en retenant la segmentation suivante :

- opérations d'assurance par traité ou convention de réassurance, par réassureur et par catégories ou sous-catégories ;
- opérations d'assurance par traité ou convention de réassurance et par réassureur pour les rentes découlant des opérations d'assurance non-vie.

Les calculs se font suivant les étapes suivantes :

F.1 Étape 1 : Calcul des meilleures estimations cédées projetées

Soit $(F_t)_{t>0}$ les flux de règlements futurs probabilisés.

F.1.1 Opérations d'assurance non-vie hors rentes

La meilleure estimation des engagements cédés $BE_{EC,i}$ au titre de l'année de projection i est calculée de la façon suivante :

$$BE_{EC,i} = BE_{Sinistres,i} \times s_0 + BE_{primes,i} \times p_0$$

où :

- $BE_{Sinistres,i}$ est la meilleure estimation pour sinistre

$$BE_{Sinistres,i} = \sum_{t>i} \frac{F_t}{(1+r_t)^t};$$

- $BE_{primes,i}$ correspond à la meilleure estimation des engagements pour primes projetée à la date i ;
- Les termes s_0 et p_0 correspondent respectivement aux ratios de passage utilisés pour le calcul de la meilleure estimation des engagements pour sinistres cédés et pour primes cédés à la date d'inventaire.

F.1.2 Opération d'assurance vie, décès ou de capitalisation

La meilleure estimation des engagements cédés au titre de l'année de projection $BE_{EC,i}$ est calculée de la façon suivante :

$$BE_{EC,i} = (BE_{GP,i} + BDF_i) \times R_0$$

où :

- $BE_{GP,i}$ est la meilleure estimation des garanties probabilisées

$$BE_{GP,i} = \sum_{t>i} \frac{F_t}{(1+r_t)^t};$$

- BDF_i correspond à un proxy approchant les flux des bénéfices discrétionnaires futurs projetés à la date i

$$BDF_i = \frac{BE_{GP,i}}{BE_{GP,0}} \times BDF_0 \times (1+r_i)^i;$$

- BDF_0 correspond aux bénéfices discrétionnaires futurs à la date d'inventaire.
- Le terme R_0 correspond au ratio de passage utilisé pour le calcul de la meilleure estimation des engagements cédés à la date d'inventaire.

F.1.3 Rentes découlant des opérations d'assurance non-vie

La meilleure estimation des engagements cédés au titre de l'année de projection $BE_{EC,i}$ est calculée de la façon suivante :

$$BE_{EC,i} = BE_{GP,i} \times R_0$$

où $BE_{GP,i}$ et R_0 sont définis comme dans la sous-section précédente mais relativement aux opérations non-vie.

F.2 Étape 2 : Calcul des flux d'ajustement projetés

Le flux d'ajustement Adj_i au titre de l'année de projection i est calculé de la façon suivante :

$$Adj_i = \frac{1}{2} \max \left\{ BE_{EC,i} - DEV_i + SR_i; 0 \right\} \times \frac{PD}{(1-PD)^{i-1}}$$

La probabilité de défaut annuelle PD du réassureur correspond à la probabilité de défaut annuelle associée à la deuxième meilleure notation financière du réassureur la plus récente durant les dix-huit (18) derniers mois et évaluée par une agence de notation reconnue. Elle est définie à partir au tableau ci-dessous :

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	Autres
PD	0,002 %	0,010 %	0,05 %	0,240 %	1,2 %	4,2 %	4,2 %

TABLE F.1 – Probabilité de défaut SBR

En l'absence de notation financière durant les dix-huit (18) derniers mois, la probabilité de défaut devant être retenue est celle correspondant à la notation la plus faible.

Remarque F.2.1

Les notations financières ci-dessous s'entendent de celles accordées par Standard & Poor's. Dans le cas où des notations sont accordées aux cessionnaires par d'autres agences de notation financière, des équivalences seront retenues

F.3 Calcul de l'ajustement pour défaut de contrepartie

$$Adj_{CD} = \sum_{i>0} \frac{Adj_i}{(1+r_i)^i}$$

où r_i correspond à la structure par terme de la courbe des taux fixée par l'Autorité.

Segmentation pour le sous-module de risques « primes et réserve en non-vie »

Segmentation des engagements d'assurance et de réassurance en non-vie et écartypes pour le sous-module de risques « primes et réserve en non-vie ».

	Segment	Lignes d'activité dont se compose le segment, telles qu'exposées à l'annexe I	Écart type pour le risque de primes brut du segment	Écart type pour le risque de réserve du segment
1	Assurance de responsabilité civile automobile et réassurance proportionnelle y afférente	4 et 16	10 %	9 %
2	Autre assurance des véhicules à moteur et réassurance proportionnelle y afférente	5 et 17	8 %	8 %
3	Assurance maritime, aérienne et transport et réassurance proportionnelle y afférente	6 et 18	15 %	11 %
4	Assurance incendie et autres dommages aux biens et réassurance proportionnelle y afférente	7 et 19	8 %	10 %
5	Assurance de responsabilité civile générale et réassurance proportionnelle y afférente	8 et 20	14 %	11 %
6	Assurance crédit et cautionnement et réassurance proportionnelle y afférente	9 et 21	19 %	17,2 %
7	Assurance de protection juridique et réassurance proportionnelle y afférente	10 et 22	8,3 %	5,5 %
8	Assurance assistance et réassurance proportionnelle y afférente	11 et 23	6,4 %	22 %
9	Assurance pertes pécuniaires diverses et réassurance proportionnelle y afférente	12 et 24	13 %	20 %
10	Réassurance accidents non proportionnelle	26	17 %	20 %
11	Réassurance maritime, aérienne et transport non proportionnelle	27	17 %	20 %
12	Réassurance dommages non proportionnelle	28	17 %	20 %.

FIGURE G.1 – Segments et écartypes pour risque « primes et réserve non-vie »

ANNEXE H

Matrice de corrélation pour risque de primes et de réserve en non-vie

Le coefficient de corrélation $\xi_{s,t}$ visé à la page 96 est égal à la valeur indiquée à l'intersection de la ligne s et de la colonne t de la matrice de corrélation ci-dessous. Les titres des lignes et des colonnes se rapportent aux numéros des segments mentionnés à l'annexe G :

$s \backslash t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25
2	0,5	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25
3	0,5	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25
4	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5
5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
6	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	1	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
7	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
8	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,5	0,25	0,25	0,5
9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,25
10	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	1	0,25	0,25
11	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	1	0,25
12	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	1

FIGURE H.1 – Corrélation pour risque de primes et de réserve en non-vie

ANNEXE I

Groupes d'engagements et de facteurs de risque pour le sous-module « autres risques de catastrophes en non-vie »

i	Groupe d'engagements d'assurance et de réassurance i	Facteur de risque c_i
1	Engagements d'assurance et de réassurance figurant aux lignes d'activité 6 et 18, telles qu'exposées à l'annexe I, autres que l'assurance et la réassurance maritimes et aériennes	100 %
2	Engagements de réassurance figurant à la ligne d'activité 27, telle qu'exposée à l'annexe I, autres que la réassurance maritime et aérienne	250 %
3	Engagements d'assurance et de réassurance figurant aux lignes d'activité 12 et 24, telles qu'exposées à l'annexe I, autres que les engagements d'assurance et de réassurance « extension de garantie », pour autant que le portefeuille de ces engagements soit très diversifié et que ces engagements ne couvrent pas les coûts liés au rappel des produits	40 %
4	Engagements d'assurance et de réassurance figurant à la ligne d'activité 26, telle qu'exposée à l'annexe I, autres que l'assurance et la réassurance responsabilité générale	250 %
5	Engagements de réassurance non proportionnelle relatifs aux engagements d'assurance figurant aux lignes d'activité 9 et 21, telles qu'exposées à l'annexe I	250 %

FIGURE I.1 – Groupes d'engagement d'assurance et de réassurance

Seuils relatifs d'exposition en excès et facteurs de risque pour concentration de risque de marché

J.1 Seuils relatifs d'exposition en excès

Chaque exposition sur signature unique i se voit attribuer, conformément au tableau ci-dessous, un seuil relatif d'exposition en excès en fonction de la moyenne pondérée des échelons de qualité de crédit de l'exposition sur signature unique i .

Moyenne pondérée des échelons de qualité de l'exposition sur signature unique i	0	1	2	3	4	5	6
Seuil relatif d'exposition en excès CT_i	3 %	3 %	3 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %

FIGURE J.1 – Seuils relatifs d'exposition en excès

Les expositions pour lesquelles une évaluation de crédit établie par un OEEC² désigné n'est pas disponible se voient attribuer un échelon de qualité de crédit de 5.

J.2 Facteurs de risque pour concentration de risque de marché

Chaque exposition sur signature unique i se voit attribuer, conformément au tableau ci-dessous, un facteur de risque g_i relatif à la concentration du risque de marché en fonction de la moyenne pondérée des échelons de qualité du crédit de l'exposition sur signature unique i .

Moyenne pondérée des échelons de qualité de l'exposition sur signature unique i	0	1	2	3	4	5	6
Facteur de risque g_i	12 %	12 %	21 %	27 %	73 %	73 %	73 %

FIGURE J.2 – Facteurs de risque pour concentration de risque de marché

Les expositions sur une même entreprise d'assurance ou de réassurance pour laquelle une évaluation

2. Organisation européenne de coopération économique

de crédit établie par un OEEC désigné n'est pas disponible et qui respecte l'exigence qui lui est imposée en termes de minimum de capital requis se voient attribuer un facteur de risque g_i pour la concentration de risque de marché, en fonction du ratio de solvabilité de l'entreprise, conformément au tableau suivant :

Ratio de solvabilité	95 %	100 %	122 %	175 %	196 %
Facteur de risque g_i	73 %	64,5 %	27 %	21 %	12 %

FIGURE J.3 – Facteurs de risque pour concentration de risque de marché

Quelques formules des projections du flux du BE

K.1 Facteur d'actualisation mensuel

$$i_t^m = \frac{1}{(1 + \tau_t)^{t-0.5}} \quad (\text{K.1})$$

$$i_t^f = \frac{1}{(1 + \tau_t)^t} \quad (\text{K.2})$$

où τ_t est le taux mensuel défini à la formule K.3

K.2 Courbe des taux mensuelle

$$\tau_t = (1 + \tau_t^a)^{1/12} - 1 \quad (\text{K.3})$$

où τ_t^a le taux annuel

K.3 Taux de mortalité mensuel

$$q_{x_t}^m = 1 - (1 - q_{x_t})^{1/12} \quad (\text{K.4})$$

K.4 Taux de chute mensuel

$$txChute_t^m = 1 - (1 - txChute_t)^{1/12} \quad (\text{K.5})$$

K.5 Probabilité de maintien en invalidité

La table de « Maintien en invalidité » est annuelle. Il faut donc mensualiser le nombre d'assuré en invalidité.

Posons $a = \frac{anc.inv}{12}$ et $b = a + 1$ alors on a :

$$l_{inv}(x_t, anc.inv) = l_{inv}(x_t, a) + \frac{1}{12}(anc.inv - 12a)[l_{inv}(x_t, b) - l_{inv}(x_t, a)] \quad (K.6)$$

$$P_{main.inv}(x_t, anc.inv) = \frac{l_{inv}(x_t, anc.inv)}{l_{inv}(x_t, 0)} \quad (K.7)$$

Où $anc.inv$ représente l'ancienneté, en mois, de l'assuré dans l'état d'invalidité.

Table des figures

1	Agrégation de risque suivant le principe bottom-up S2 et SBR	6
2	Risk aggregation according to bottom-up principle for S2 and SBR	10
2.1	Les ICPs	37
2.2	Autorité de contrôle des assurances et de la prévoyance sociale	39
2.3	Chonogramme des activités de SBR	40
2.4	Provisions techniques prudentielles brutes sur les provisions comptables	41
2.5	Fonds propres SBR sur les fonds propres règlementaires actuels	41
2.6	Calendrier 2019	42
2.7	Structure des trois piliers SBR	43
2.8	Agrégation des risques sous Solvabilité basée sur les risques	45
3.1	Structure du bilan prudentiel	52
3.2	Lignes d'activité SII	63
3.3	Catégories d'opération SBR	63
3.4	Courbe des taux SBR avec la méthode de Smith-Wilson	65
3.5	Courbe des taux SBR avec les différentes méthodes	65
3.6	Courbe des taux SBR et celle de l'EIOPA	66
3.7	Analyse de sensibilité de l'UFR sur la courbe des taux SBR	67
3.8	Analyse de sensibilité de la vitesse de convergence sur la courbe des taux SBR	67
4.1	Agrégation de risque suivant le principe bottom-up S2 et SBR	87
4.2	Module de risque marché SII	88
4.3	Module de risque marché SBR	88
4.4	Module de risque de défaut S2	90
4.5	Module de risques de défaut SBR	90
4.6	Module de risque souscription vie S2	94
4.7	Module de risque souscription vie SBR	94

4.8	Module de risque souscription en non-vie S2	96
4.9	Module de risques souscription en non-vie SBR	96
4.10	Agrégation des risques SBR	102
4.11	Agrégation des risques S2	102
6.1	Chaine de Markov SII	120
6.2	Chaine de Markov SBR	121
6.3	Évolution des primes décès SBR et S2	129
6.4	Evolution des primes arrêt de travail S2 et SBR	130
6.5	Evolution des primes arrêt de travail S2 et SBR	131
6.6	Evolution des prestation en arrêt de travail	132
6.7	Comparaison des meilleures estimations SII et SBR	133
6.8	Évolution des primes décès SBR en fonction du taux de sortie en rente	134
6.9	Évolution des primes décès SBR en fonction du taux de sortie en rente	135
6.10	Évolution du <i>best estimate</i> décès SBR en fonction du taux de sortie en rente	135
6.11	Évolution des primes arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente . . .	136
6.12	Évolution des primes arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente . . .	136
6.13	Évolution du <i>best estimate</i> arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente	137
6.14	Évolution des prestations arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente .	138
6.15	Évolution des prestations arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente .	138
6.16	Evolution du <i>best estimate</i> arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente	139
6.17	Evolution du <i>best estimate</i> arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente	139
6.18	Evolution du <i>best estimate</i> arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente	140
6.19	Evolution du <i>best estimate</i> arrêt de travail SBR en fonction du taux de sortie en rente	140
6.20	Evolution du <i>best estimate</i> total SBR en fonction du taux de sortie en rente	141
B.1	Données brutes	150
B.2	Interpolation linéaire	151
B.3	Courbe des taux : méthode de Nelson-Siegel	154
B.4	Courbe des taux : méthode de Svensson	155
B.5	Courbe des taux : méthode de Smith-Wilson	158
B.6	Courbes des taux : toutes les 3 méthodes	159
B.7	Superposition de la courbe des taux zéro-coupon EIOPA et SBR	159
G.1	Segments et écartypes pour risque « primes et réserve non-vie »	168

H.1	Corrélation pour risque de primes et de réserve en non-vie	169
I.1	Groupes d'engagement d'assurance et de réassurance	170
J.1	Seuils relatifs d'exposition en excès	171
J.2	Facteurs de risque pour concentration de risque de marché	171
J.3	Facteurs de risque pour concentration de risque de marché	172

Liste des tableaux

1	Primes de 2016 à 2018	4
2	Récapitulatif du <i>best estimate</i> SBR	7
3	Récapitulatif du <i>best estimate</i> SII	7
4	Premiums from 2016 to 2018	8
5	Recap of the <i>best estimate</i> of SBR standard	11
6	Recap of the best estimate of SII directive	11
1.1	Rang mondial du secteur marocain des assurances 2015-2017	22
1.2	Nombre d'entreprises d'assurance et de réassurance au Maroc en 2017	22
1.3	Primes émises de 2016 à 2018	23
1.4	Primes émises par catégorie d'entreprise de 2017 à 2018	23
1.5	Primes émises en assurance non-vie de 2017 à 2018	24
1.6	Évolution des émissions directes en vie par sous catégorie entre 2017 et 2018	24
1.7	Les acceptations en réassurance par type d'entreprise entre 2017 et 2018	25
1.8	Les éléments constitutifs de la marge de solvabilité	28
2.1	La structure des ICPs	37
3.1	Valorisation des actifs SBR	54
3.2	Valorisation des passifs SBR	55
3.3	Valorisation des impôts différés SBR et SII	56
3.4	Classification des fonds propres selon SBR	58
3.5	Classification des fonds propres selon SII	59
3.6	Principes de valorisation des provisions techniques prudentielles	61
3.7	Efficacité des 3 méthodes de construction de la courbe des taux	66
3.8	Probabilité de défaut et taux de recouvrement SII	80
3.9	Probabilité de défaut SBR	81
4.1	Coefficient de corrélation du module risque marché SII	89

4.2	Facteurs de stress du risque de change SII	90
4.3	Facteurs de stress du risque de change SBR	90
4.4	Type d'exposition SII	91
4.5	Coefficients par qualité de créance SBR	92
4.6	Coefficient de corrélation du module risque de souscription vie SII	94
4.7	Table des chocs pour le risque souscription en vie SBR	95
4.8	Table des chocs pour le risque souscription en vie SII	95
4.9	Coefficients pour risque de primes non-vie SBR	97
4.10	Coefficients pour risque de provisions non-vie SBR	97
4.11	Coefficient de corrélation du module risque de souscription non-vie SII	99
4.12	Seuils des facteurs d'exposition pour concentration risque de marché SBR	101
4.13	Coefficient de corrélation BSCR SII	103
6.1	Nombre de police par type de contrat	115
6.2	Nombre de police par type de contrat	115
6.3	Nombre de police par type de contrat	116
6.4	Les hypothèses et les paramètres	117
6.5	Quelques notations communes	118
6.6	Les cash-flows	125
6.7	Age de fin de garantie	126
6.8	Part de la prime décès dans la prime globale	126
6.9	Récapitulatif du <i>best estimate</i> SBR	132
6.10	Recap of the best estimate of SII directive	133
B.1	RMSE des trois méthodes	158
F.1	Probabilité de défaut SBR	166