

Working paper

06.2

# Solvabilité 2 n'est pas risk based ; peut-elle le devenir ?

*(version enrichie )*

Sylvestre Frezal

**Mars 2017**

**PARI**

PROGRAMME DE RECHERCHE  
SUR L'APPRÉHENSION DES RISQUES  
ET DES INCERTITUDES

## Solvency II is not risk based. And Why?

Sylvestre Frezal <sup>1</sup>

### *Abstract :*

L'ambition de Solvabilité 2 est d'être *risk based* : l'exigence de capital est réputée être fondée sur une mesure de risque. En nous concentrant sur les risques de prime et de provision, qui représentent 40% des exigences de capital des entreprises d'assurance non-vie en Europe, nous montrons à l'aide de tests de robustesse interne que cette mesure n'est pas fiable. Trois explications sont susceptibles de causer cette absence de fiabilité : un facteur d'économie politique une dimension idiosyncratique, et une barrière épistémologique. Nous les mettons en évidence, évaluons leur caractère significatif, et proposons des pistes pour adapter le design de la régulation prudentielle à ces écueils.

---

<sup>1</sup> [sylvestre.frezal@datastorm.fr](mailto:sylvestre.frezal@datastorm.fr), DataStorm, 40 rue Etienne Dolet, 92 240 Malakoff, France. Chercheur affilié LFA (Laboratoire de Finance Assurance, CREST, Paris, France). Co-porteur de PARI (programme sur l'Appréhension des Risques et des Incertitudes). [www.chaire-pari.fr](http://www.chaire-pari.fr)  
Je tiens à remercier tout particulièrement Hugues Dastarac pour ses précieuses suggestions.

## Introduction

D'un point de vue théorique, le principe d'une réglementation où les exigences de capital sont fondées sur des mesures de risque plutôt que sur des indicateurs de volume est débattu, certains auteurs estimant cela efficace (e.g. Cummins & Phillips, 2009, Eling & Holzmüller, 2008, Weber & Darbellay, 2008), d'autres étant plus circonspects (e.g. Repulo & Martinez-Miera, 2014 en banque, ou Frezal, 2016 en assurance). Cet article ne vise pas à se positionner directement dans ce débat : nous partons du fait établi que, en assurance, la directive Solvabilité 2 (EPC, 2009), qui refonde la réglementation prudentielle des assurances en Europe, se veut *risk based* :

Le point de départ, en ce qui concerne l'adéquation des exigences quantitatives dans le secteur de l'assurance, est le «capital de solvabilité requis» (SCR). [...] La formule standard de calcul du capital de solvabilité requis vise à refléter le profil de risque de la plupart des entreprises d'assurance et de réassurance. (Art. 26)

Ainsi, les exigences de capital qu'elle impose sont réputées refléter le risque auquel l'organisme est exposé : là où Solvabilité 1 était considéré comme trop fruste, ne distinguant par exemple en non-vie que deux catégories d'activité et pondérant forfaitairement la plus risquée d'un facteur 1,5, Solvabilité 2 distingue 12 branches et calibre pour chacune d'elle des chocs comportant plus de deux chiffres significatifs (voir l'annexe 1 pour plus de détails).

Ce raffinement dans la caractérisation des risques doit éclairer deux champs :

- Celui de l'action réglementaire (agrément des compagnies), puisque ces mesures impactent directement le dénominateur du ratio de solvabilité ;
- Celui du pilotage des compagnies, puisque ces mesures impactent directement le dénominateur du ratio de rentabilité : pour les assureurs comme pour les investisseurs souhaitant arbitrer entre différentes lignes d'activité, la proportionnalité des risques de chaque branche ou produit, et partant leur rentabilité ajustée du risque, doivent être mieux reflétées par ces mesures.

Mon objectif est de déterminer si les calibrages ainsi raffinés sont suffisamment robustes pour fonder les décisions opérationnelles de ces différents agents économiques. De fait, cette ambition revendiquée d'être *risk based* se heurte à trois types de difficultés :

*Scientifiques.* Ainsi, les modèles de risque n'ont jusqu'à présent pas fait la preuve de leur robustesse. En banque, la FSA a observé que les modèles internes des banques divergeaient d'un facteur 6 dans l'estimation du risque pondéré d'un

même portefeuille représentatif d'actifs (Samuel & Harrison, 2011). Danielsson (2002, 2008) a parallèlement montré que, en retenant une palette très usuelle de profondeurs d'historique et un jeu restreint et standard de modèles mathématiques sous-jacents, on observait jusqu'à un facteur deux d'écart entre les différentes estimations possibles d'une VaR quotidienne à 99% d'un titre vanille liquide. En assurance, dans le cadre de Solvabilité 2, ce risque de modèle pourrait être beaucoup plus important que dans ce dernier exemple. De fait, (1) la VaR visée et les données utilisées ne sont pas quotidiennes, mais annuelles : la fréquence étant plus basse, il est davantage nécessaire d'extrapoler sur la base d'un échantillon de taille réduite, ce qui limite d'autant la robustesse des statistiques qui peuvent être estimées, et (2) certaines données, par exemple issues de l'interprétation de guidelines internes labiles, doivent être systématiquement retraitées avant d'être exploitées<sup>2</sup>, ce qui accroît le recours aux jugements d'experts, et élargit donc la palette de résultats finaux non illégitimes.

*Interprétatives.* En effet, si la définition mathématique de la mesure de risque est univoque (une VaR annuelle à 99,5%), le sens physique associé à cette grandeur, et donc les modalités de calibrage associées, sont plus ambigus (Leroy et Planchet, 2010). Ainsi, on ne sait si cette probabilité doit être interprétée comme « chaque année, une entreprise sur 200 fait faillite », ou bien « tous les deux siècles, le marché fait faillite ». Ces deux formulations représentent des cas polaires qui conduiraient, dans un cas, à ne quantifier que le risque intrinsèque et dans l'autre, que le risque systémique. Ils constituent des vues de l'esprit puisque ni les différents exercices comptables ni les différentes entreprises ne sont indépendantes, mais le fait de privilégier l'une ou l'autre interprétation conduit à une quantification différente, soucieuse dans un cas de plutôt différencier fortement les comportements des différents organismes, et dans l'autre de plutôt prévenir l'impact d'une crise systémique. Ainsi, Leroy et Planchet (op.cit.) interprètent une phase de révision à la hausse des calibrages comme la marque d'un déplacement vers la lutte contre le risque systémique<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Par exemple, la vision d'une charge de sinistres à l'ultime nécessite de retraiter les données de provisionnement fournies par les services d'indemnisation d'un ensemble de données qui biaiseraient les extrapolations en distordant les cadences de règlement : révision des politiques de provisionnement dossier/dossier, IBNR atypiques liés à une vague de sinistres précédant de peu la clôture, retraitement des graves, etc.

<sup>3</sup> On peut formuler différemment cette ambiguïté d'interprétation concrète de la VaR et du calibrage associé en considérant par exemple la probabilité d'une faillite de l'Etat français. Si on considère qu'il est impossible qu'il fasse défaut dans l'année, mais nullement à exclure qu'il fasse défaut au cours des 200 prochaines années, doit-on considérer une VaR annuelle à 99,5% nulle (cette année, l'organisme ne sera pas affecté par ce risque), ou bien non nulle (sur les 200 prochaines années, le marché risque d'être affecté par un tel événement) ? Si la définition

*Politiques.* Si les calibrages sont réputés être techniques (de simples mesures économétriques), ils incorporent également des arbitrages politiques. L'exemple le plus flagrant, et faisant régulièrement l'objet de débat, est celui de l'absence de risque postulée des dettes souveraines. Par exemple, la dette publique grecque était, et reste à ce jour, réputée ne pas porter de risque de crédit : sa VaR annuelle à 99,5% est considérée comme nulle.<sup>4</sup>

Ces trois raisons posent de sérieuses limites à la prétention de Solvabilité 2 d'offrir un cadre « fondé sur les risques », mais les réponses usuellement apportées à de telles critiques qualitatives sont du type « *il ne faut pas jeter le bébé avec l'eau du bain* », « *c'est un proxy, un bon proxy* », « *l'ordre de grandeur est le bon* », ou encore « *ce n'est pas parfait mais c'est mieux que rien* ».

Pourtant, la forte volatilité observée dans les calibrages conduit à se demander si ces réponses, elles aussi qualitatives, sont fondées. Par exemple, en 2006, le régulateur européen (CEIOPS) considérait la RC comme plus risquée que l'assurance transport, en 2007, c'était le contraire (avec un facteur deux d'écart), en 2008, il revient sur la hiérarchie initiale (facteur 1,5 d'écart), 2010 renverse de nouveau cet ordre... avant que la version finale (2014) ne les considère comme équivalents.<sup>5</sup> Plus globalement, les graphiques 1 et 2 présentent, pour les risques de prime et de provision (qui représentent conjointement 40% de l'exigence de capital des entreprises d'assurance non-vie<sup>6</sup>), l'estimation du niveau de risque de chaque branche au cours du temps, telle que réalisée par le CEIOPS dans le

---

mathématique semble univoque, nous sommes ici dans une impasse lorsqu'il s'agit d'interpréter la grandeur considérée, et partant de relier les mathématiques aux faits, c'est-à-dire de savoir comment la mesurer.

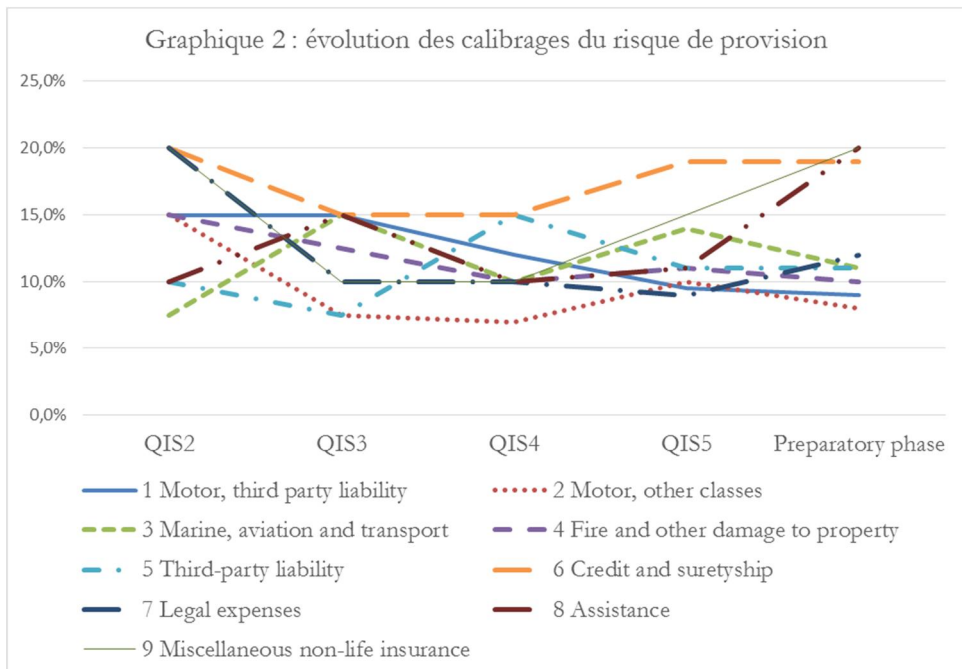
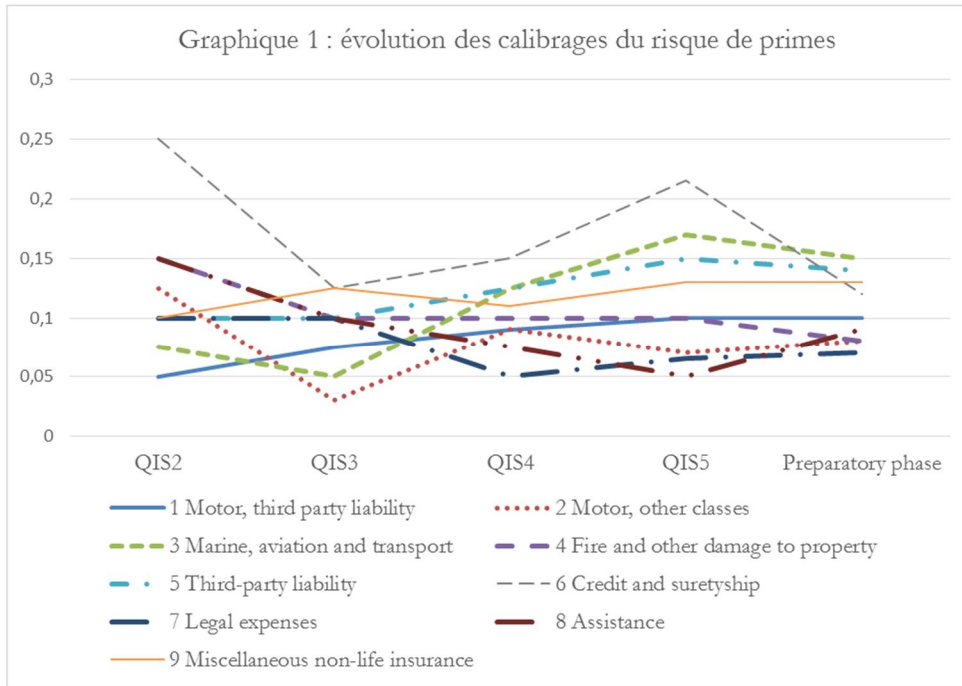
<sup>4</sup> Qu'on se soucie des impacts d'une exigence ayant des conséquences massives sur le financement de l'économie et la stabilité d'un marché avant de l'entériner se comprend tout à fait, est sain et nécessaire, mais il a été choisi, plutôt que de réviser la probabilité de faillite cible, de modifier directement au cas par cas ces calibrages.

<sup>5</sup> On pourrait multiplier de tels exemples, également concernant le risque de prime :

- En 2006, l'assistance était considérée comme une fois et demi plus risquée que la responsabilité civile (RC) (15% vs. 10%), en 2007, elles étaient aussi risquées l'une que l'autre (10%), en 2010, c'était la RC qui était devenue trois fois plus risquée que l'assistance (15% vs. 5%), et finalement, on a considéré qu'elle était environ une fois et demi plus risquée, à peu près comme en 2008.
- En 2006, le crédit/caution était réputé deux fois et demi plus risqué que le *divers* (25% vs. 10%), en 2007, ils étaient devenus aussi risqués l'un que l'autre (12,5%), 2010 estimait de nouveau que le crédit/caution était bien plus risqué (21,5% vs. 13%), et finalement, on a considéré qu'il était moins risqué (12% contre 13%).

<sup>6</sup> ACPR, 2011, p16. Les risques de souscription représentent 63,2% de l'exigence de capital d'un organisme d'assurance non vie. Nous en déduisons les 36% correspondant aux risques catastrophe, qu'il serait plus difficile d'inclure dans cette étude puisque leur mesure est contingente à la répartition géographique du portefeuille assuré.

cadre des travaux préparatoires à Solvabilité 2. Chaque intersection entre deux courbes marque un changement d'opinion quant au risque relatif de deux branches.



Afin de caractériser à l'aide d'un indicateur synthétique cette volatilité dans la hiérarchie des risques, il est possible de mesurer la proportion de couples de branches dont la hiérarchie reste stable au fil des estimations (cf. Annexe 2). Nous constatons alors que dans un tiers des cas seulement (31%, tant pour le risque de prime que pour le risque de provision), le jugement porté sur le caractère plus risqué d'une branche par rapport à une autre est resté stable au fil des études.

Si on révisé ainsi ses estimations, considérant d'une année sur l'autre que tel risque (dont la duration est de plusieurs années) est deux fois plus important qu'on le pensait et que tel autre est deux fois moins important qu'on le croyait, on peut douter de la capacité de cette technologie à capter effectivement le risque.

Dans la première section, nous verrons si ces observations doivent nous amener à considérer que les calibrages n'apportent pas d'information opérationnellement utile ou si, au contraire, ils valent tout de même « mieux que rien ». Pour cela, je présenterai dans un premier temps la méthodologie utilisée d'évaluation d'un ratio signal sur bruit ; je détaillerai dans un second temps les données exploitées ; enfin, je présenterai les résultats et leur interprétation.

Dans la seconde section, j'analyserai les différentes causes possibles, techniques et politique, de cette situation afin de déterminer, pour chacune, si elle est significative ou non. Ceci permettra d'éclairer des pistes d'évolution du design prudentiel.

## Section I. Ces mesures de risque sont-elles « mieux que rien » ?

Danielsson (op.cit.) dans le domaine des VaR bancaires, ou Planchet et Kamega (2013) et El Karoui et al. (2015) pour les fonds propres économiques des assureurs<sup>7</sup>, se sont intéressés à la quantification des marges d'erreur dans l'absolu *via* le test de différentes hypothèses théoriques alternatives légitimes en entrée du modèle. Je développe une méthodologie alternative ayant la particularité d'être agnostique quant à la « vraie valeur » et pouvant donc prétendre à l'objectivité. En contrepartie, elle présente l'inconvénient de ne mesurer que la crédibilité interne du système de mesure, et non sa validité. Cette méthodologie rustique ne permettrait donc pas de confirmer la pertinence opérationnelle des calibrages, mais elle permet, le cas échéant, de l'infirmer. Simple, elle est fondée

---

<sup>7</sup> Via le provisionnement vie, donc, par complémentarité, la marge disponible.

sur l'observation et la comparaison de différents jeux de calibrages officiels, élaborés par les régulateurs ou un acteur de l'industrie.

### Méthodologie

L'objectif est de mesurer l'amplitude relative du bruit et du signal. Comme dans l'expression *signal-noise ratio* utilisée par Sims (2003) ou Alesina et Tabellini (2007), le signal correspond à la grandeur caractéristique de l'amplitude de l'information qu'une mesure cherche à capter, et le bruit à la grandeur caractéristique des perturbations qui viennent flouter cette information.

L'appréciation relative du bruit et du signal doit me permettre d'apprécier si la mesure fournie une information opérationnellement utilisable. Prenons un exemple : supposons que nous souhaitions utiliser un altimètre pour piloter un avion. Si, au début du XX<sup>ème</sup> siècle, du fait des caractéristiques de l'avion, il ne monte pas à plus de 1 000 m et que l'altimètre est précis à 10 000 m près, alors l'amplitude du signal recherché est faible par rapport au bruit parasite et l'altimètre n'a pas d'utilité opérationnelle. Inversement, si l'avion peut monter à 10 000 m et que l'altimètre est précis à 1 000 m près, alors il sera utile dans certaines circonstances (non pour se poser, mais *a minima* pour éviter une montagne).

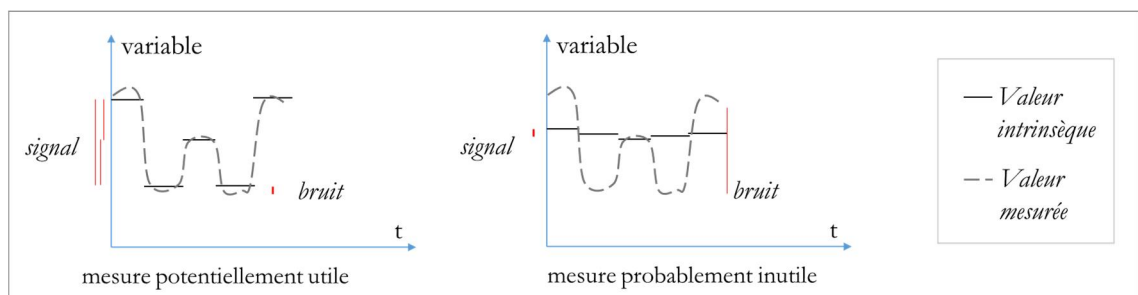


Figure 1 : visualisation signal / bruit de la pertinence opérationnelle d'une mesure

Pour apprécier la dispersion des mesures relative au bruit et celle relative au signal, je compare (voir figure 2) :

- un indicateur de *bruit* reflétant la dispersion des calibrages alternatifs d'une même grandeur. Il s'agira d'une grandeur caractéristique de l'écart entre les évaluations d'un *risque donné* réalisées par *différentes approches*,
- à un indicateur de *signal brut* captant la dispersion des calibrages entre différentes grandeurs. Il s'agira d'une grandeur caractéristique de l'écart entre l'évaluation par *une approche donnée* de *différents risques*.



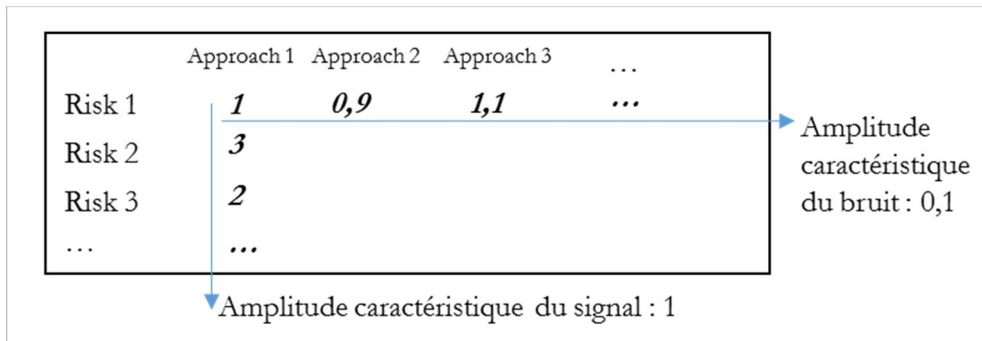


Figure 2 : Illustration du signal et du bruit

Ces dispersions sont mesurées pour un ensemble de risques et un ensemble d'approches, à l'aide de deux indicateurs intuitifs et usuels :

- pour la dispersion dite *standard*, il s'agira de l'écart-type,
- et pour la dispersion dite *extrême*, du ratio  $\frac{max-min}{min}$ .

Ce deuxième indicateur ne peut être que positif et, s'il est supérieur à 1, cela signifie qu'il y a plus d'un facteur deux d'écart entre les estimations la plus faible et la plus élevée.

A partir de ces indicateurs, je construis le ratio ajusté signal sur bruit ( $SSB_a$ ) de la façon suivante :

$$SSB_a = \frac{signal\ brut - bruit}{bruit}$$

Considérer un tel ratio plutôt qu'un simple ratio signal brut /bruit permet de prendre en compte le fait que l'indicateur de signal brut, correspondant à la mesure de dispersion au sein d'une approche donnée, est lui-même pollué par le bruit. Ainsi, mon indicateur ajusté est tel que, si toutes les cases de notre tableau (figure 2) étaient remplies uniformément par un générateur aléatoire de même loi et même paramètre, les indicateurs de signal brut et de bruit étant asymptotiquement identiques, le ratio signal sur bruit considéré serait nul en espérance, ce qui reflète le fait que le signal brut perçu ne serait que du bruit vide d'information<sup>8</sup>. Cet ajustement repose sur une hypothèse d'isotropie de la

<sup>8</sup> alors que, si on retenait dans ce cas un ratio brut (signal brut sur bruit), on obtiendrait un résultat trompeur de 1, sous-entendant qu'il existe un signal de même amplitude que le bruit.

matrice des erreurs, hypothèse qui est formalisée et discutée en annexe 3, et dont les conséquences ne modifient pas ici la nature du résultat obtenu.

## Données

Pour la mesure d'un risque donné, quelles sont les différents types d'approche envisageables ? Nous nous intéresserons séparément à deux catégories d'approches : d'une part, celles développées par le régulateur européen à l'occasion du calibrage de la *formule standard* et, d'autre part, celles développées par un grand assureur dans le cadre de son modèle interne.

### *Les QIS*

Solvabilité 2 a fait l'objet d'une série d'études quantitatives d'impact (QIS) destinées à mesurer la capacité des organismes à réaliser les calculs, à apprécier l'impact de la mise en œuvre de cette réglementation sur leur besoin de financement, et à affiner les calibrages. Quatre de ces études<sup>9</sup> ont ainsi reposé sur des calibrages de VaR à 99,5% à un an d'une série de chocs, et les mesures d'implémentation finales ont conduit à un dernier jeu de calibrages. Nous disposons donc d'un ensemble de cinq jeux de mesures de risques, représentant chacun une « approche possible » déterminée par le CEIOPS ou par la Commission Européenne.

L'une des difficultés auxquelles cette approche empirique nous expose est l'existence d'un conformisme (phénomène de mimétisme via les « standards de marché » véhiculés par les consultants, conformisme réglementaire<sup>10</sup>) qui biaise l'analyse en restreignant le champ des calibrages par rapport à l'ensemble de ceux qui seraient « scientifiquement légitimes ». La dispersion observée est ainsi sous-estimée, générant une convergence factice des résultats et favorisant ainsi une image de crédibilité interne du système. Le fait de ne pas nous intéresser aux calibrages des risques de marché, où l'usage de la VaR est répandu de longue date et où les comportements auraient donc davantage eu l'occasion d'être standardisés, limite ce biais.

---

<sup>9</sup> Les QIS 2, 3, 4 et 5. Le QIS1, focalisé sur l'évaluation du bilan, ne comportait pas de test des exigences de capital, ni de calibrage des exigences associées.

<sup>10</sup> Au niveau des principes, la directive souligne explicitement la nécessité qu'en termes de calibrage, les « spécifications correspondent bien aux pratiques de marché généralement admises » (EPC, 2009, Art. 122.4). A titre d'exemple en termes de mise en oeuvre, le *QIS 3 calibration paper* (CEIOPS, 2007b, p12) explique qu'on retiendra pour estimer la VaR à 99,5% des risques de prime non vie une valeur de  $3\sigma$ , « *assuming a lognormal distribution of the underlying risk* ». Cette hypothèse s'applique quelle que soit la branche considérée et tend de ce fait à guider et figer les choix de loi retenus parmi l'ensemble des extrapolations possibles.

Au sein des risques de souscription, ceux sur lesquels nous disposons d'un nombre conséquent de risques standardisés, nous permettant donc de mener notre étude comparative, sont les chocs de prime et de provision en non vie. Les risques des 9 branches d'assurance directe et de réassurance proportionnelle sont ainsi mesurés.

*Un modèle interne.* Les QIS ont permis de déterminer les calibrages de la formule standard, mais les entreprises d'assurance qui le souhaitent ont la possibilité d'utiliser un modèle interne en lieu et place de cette formule. Nous disposons des calibrages mesurés en interne, à différentes dates, par un groupe d'assurance, pour chacun des chocs considérés. Il s'agit de la filiale française d'un des quatre groupes d'assurance européens de taille mondiale, développant un modèle interne et présent en France sur l'ensemble des branches.

Nous disposons ici de données exploitables

- pour le risque de provision<sup>11</sup>,
- pour les cinq principales branches (Auto RC, Auto matériel, Marine-Aviation-Transport, dommages, et RC),
- sur six années, de la clôture 2009 à la clôture 2014. L'organisme d'assurance avait avant 2009 développé un modèle depuis plusieurs années. Les méthodologies ont ainsi eu le temps de cristalliser avant la plage de données dont nous disposons, ce qui est susceptible de créer une stabilité artificielle. Nous devrions donc sous-estimer la marge d'erreur de façon plus marquée qu'à partir des données des QIS.

## Résultats

### QIS

Les tableaux 15 et 16 (annexe 4) présentent, pour les risques de prime et de provision, l'ensemble des calibrages déterminés par l'EIOPA à l'occasion de chacune des études d'impacts, ainsi que la proposition finale retenue pour l'entrée en vigueur de la directive.

Les deux dernières lignes présentent, pour chaque QIS, la valeur des indicateurs de dispersion entre branches. Elles synthétisent donc un ordre de grandeur de la

---

<sup>11</sup> Pour le risque de prime, la méthodologie diffère de celle de la formule standard en ce qu'elle se focalise directement sur le quantile extrême et non sur l'écart entre le quantile extrême et le *best estimate*. L'interprétation de la mesure de risque ne correspond donc pas à une dispersion et les comparaisons entre branches ne sont plus directement valables, puisque chacune à une espérance différente. Nous ne disposons pas de ces espérances pour nous ramener à des indicateurs de type « volatilité » comparables.

capacité de dispersion de la mesure, c'est-à-dire l'amplitude de l'information fournie. Les deux dernières colonnes présentent, pour chaque branche, la valeur des indicateurs de dispersion entre QIS. Elles synthétisent donc, pour chaque branche, une estimation de l'amplitude du bruit parasitant la mesure. En observant le second indicateur, on notera par exemple que, pour le risque de prime comme pour le risque de provision, les deux tiers des branches voient leur estimation du risque associé évoluer d'un facteur deux ou plus selon la mesure.

Le tableau 3 synthétise ces résultats, en présentant les moyennes de ces indicateurs de bruit (sur l'ensemble des branches) et de signal (sur l'ensemble des QIS et mesures d'implémentation). Les éléments suivants se dégagent :

- Sur la base du premier indicateur de dispersion (écart-type), le signal brut capte essentiellement du bruit. Pour la mesure du risque de prime, l'amplitude du signal ajusté sur le bruit est inférieure à 30%. Pour la mesure du risque de provision, ce ratio signal sur bruit devient totalement négligeable.
- Les résultats obtenus à partir du second indicateur de dispersion (ratio max-min/min), sans être aussi marqués, tendent à confirmer cette première observation. Ainsi, pour le risque de prime le ratio signal sur bruit est de 1 et, pour le risque de provision, d'un demi.

	St dev		max/min	
	Primes	Provisions	Primes	Provisions
signal brut	4,10%	3,70%	2,7	1,3
bruit	3,20%	3,40%	1,4	0,9
SSBa	28%	12%	99%	47%

Tableau 3 : indicateurs moyens de signal brut et bruit et ratio ajusté signal sur bruit (QIS)

Il apparaît donc difficile de considérer que les mesures de risque proposées par Solvabilité 2 offrent une capacité de dispersion significativement supérieure à celle d'un aléa parasite (technique ou politique).

#### *Modèle interne*

Pour des raisons tout autres que techniques, on pourrait s'attendre à ce que les calibrages issus d'un modèle interne soient significativement plus stables que ceux des différents tests de la formule standard : en premier lieu en raison de la stabilité souhaitable du cadrage méthodologique en vue d'une approbation par le superviseur, en deuxième lieu en raison de leur immunisation relative aux aléas des orientations politiques auxquels sont soumis des textes européens en construction et en troisième lieu, enfin, parce que les données sur lesquelles nous

avons pu nous appuyer débutent plusieurs années après la mise en place d'un modèle interne et la production de chiffres associés par l'entité considérée, permettant ainsi un début de cristallisation. Ainsi, sur ces données, la marge d'erreur perçue pourrait être très faible.

Toutefois, la reproduction des mêmes études sur le calibrage du risque de provision tel que calculé par un modèle interne, conduisent à des résultats qui, s'ils sont effectivement légèrement meilleurs, montrent que le bruit interne reste considérable :

	stdev	max-min/min
signal brut	10,9%	1,8
Bruit	6,5%	0,9
SSBa	68%	106%

*Tableau 4 : dispersion moyenne du signal et du bruit à partir d'un modèle interne (risque de provision, 2009-2014)*

On constate ainsi que :

- l'estimation du risque associé à une branche donnée évolue en moyenne d'un facteur 2 au cours de la période (max-min/min=0,9),
- l'amplitude du signal interne est inférieure ou comparable à celle du bruit interne.

Ceci confirme tend à laisser penser que ces mesures n'apportent pas une information opérationnelle fiable.<sup>12</sup>

### Interprétation : le « bruit » est-il bien du bruit ?

Je l'avais évoqué en introduction, plusieurs sources de diversité sont susceptibles de faire varier les calibrages d'un exercice à l'autre :

- une évolution d'un arbitrage politique, liée par exemple à la pression d'une industrie, à la volonté d'un Etat membre de ne pas défavoriser « ses » acteurs, à la crainte des conséquences d'un calibrage trop élevé sur un marché, etc. Ces appréciations politiques ont été favorisées par le fait que chaque QIS apportait de nouvelles informations sur l'impact en termes d'exigences de capital des calibrages précédents et, potentiellement, par le fait que la dégradation parallèle de l'environnement financier ajoutait une tension sur la situation

<sup>12</sup> Il en va de même d'un point de vue ordinal, puisque l'indicateur de stabilité de la hiérarchie des cinq branches sur la période de six années considérée est de 40%. Ceci signifie que le jugement sur le risque relatif servant le cas échéant à fonder une décision aura été inversé dans la majorité des cas.

capitalistique des entreprises et la capacité à lever des fonds si la nouvelle réglementation venait à l'exiger.

- une évolution technique<sup>13</sup>, soit (i) liée aux données elles-mêmes, par exemple à l'occasion d'un raffinement des données et partant des classes d'analyses, d'un accroissement de la profondeur d'historique ou au contraire d'une évolution des produits qui rend caduque un calibrage passé, soit (ii) liée à un arbitrage d'expert, par exemple dans le cadre de l'exploitation des données, du fait de l'utilisation d'un nouveau type de modèle (e.g. changement de fonction de distribution sous-jacente), ou simplement au changement du responsable du calcul<sup>14</sup>.

La raison de cette volatilité, qu'elle soit de nature technique ou politique, nous importe peu. Si elle est politique, elle vient de toute évidence distordre la crédibilité technique pure de l'analyse. Si elle est technique, il ne semble guère soutenable de considérer que les données des assureurs et la science actuarielle ont fait un saut qualitatif entre 2006 (date du QIS 2) et 2010 (date du QIS 5) ou 2014 (publication des mesures d'implémentation) et que, par opposition à 2006, 2010 ou 2014 correspondraient à une date représentant l'aboutissement de la science actuarielle et des données disponibles.

Deux arguments pourraient cependant expliquer une dispersion qui serait alors susceptible d'être interprétée à tort comme du bruit :

- d'une part, le fait que les risques évoluent, et qu'il est alors légitime que les calibrages s'adaptent. Cet argument ne peut être écarté par les analyses que nous menons. Toutefois, (1) la période de révision des calibrages ici observée (annuelle si on considère les premiers QIS) est bien inférieure à la durée des passifs considérés, donc des risques associés (de l'ordre de 5 ans en moyenne), et (2) si effectivement l'évolution passée des calibrages reflétait l'évolution du risque sous-jacent, alors leur cristallisation générerait dans le futur un désadossement entre le calibrage et le risque sous-jacent d'un ordre de grandeur comparable. Or, hormis une clause de revoyure en 2018, il n'est pas prévu de réviser régulièrement les calibrages de la directive.
- d'autre part, certains des calibrages des premiers QIS ont été fondés sur la base des données de certains marchés nationaux de l'Union Européenne (CEIOPS, 2010b, p189), et l'élargissement de la base de

---

<sup>13</sup> Ou un changement d'interprétation de la mesure de risque.

<sup>14</sup> A titre d'exemple concernant ce dernier point, un manager connaissant son équipe peut généralement savoir, en observant quels points « aberrants » ont été exclus d'une analyse statistique, qui parmi l'ensemble des personnes de son équipe a mené l'analyse.

données peut expliquer les variations. Là encore, la pertinence de cet argument ne peut être écartée par les analyses que nous menons. Toutefois, si là est la source des variations, cela signifie que l'hétérogénéité des risques sous-jacents entre marchés nationaux est telle qu'imposer des mesures uniformes génère un désadossement entre le risque sous-jacent et sa mesure d'un ordre de grandeur comparable à celui du « bruit » mesuré. Il s'agit donc effectivement d'un bruit lorsqu'on cherche à capter le profil de risque d'une entreprise donnée, ce qui est l'objectif et la revendication de Solvabilité 2.

Ainsi, dans le cadre de la directive Solvabilité 2 dont les calibrages seront fixes et homogènes, les deux arguments évoqués ne sont pas de nature à remettre en cause le fait de considérer la dispersion entre QIS (et avec les mesures d'implémentation de niveau 2) comme relevant du bruit, d'un écart indu entre l'exigence de capital d'une compagnie et son risque propre, et non comme un signal sur le risque pris.<sup>15</sup>

Ceci conduit à valider l'interprétation de l'instabilité comme une non-fiabilité. Peut-on identifier les sources de ce bruit et adapter le design de la réglementation prudentielle ?

## Section II : les causes

Dans cette seconde partie, nous étudions successivement trois explications susceptibles d'expliquer l'instabilité observée des calibrages : la possible perturbation des calibrages techniques par des enjeux politiques, l'importance du facteur idiosyncratique, et une éventuelle impossibilité épistémologique. Pour

---

<sup>15</sup> En ce qui concerne les modèles internes, les sources de variations, au cours du temps d'une part et vis-à-vis de la formule standard d'autre part, peuvent être de nature politique, technique, ou les deux. Si elle est de nature politique, alors il s'agit d'une nature politique différente de celle de la formule standard : ce serait ici des enjeux internes à l'entreprise (e.g. étayer un choix stratégique ou piloter une communication, interne à la filiale, vis-à-vis de la holding ou vis-à-vis d'acteurs extérieurs tels que des agences de notation par exemple) et non de défense d'une industrie par des pays ou des fédérations professionnelles. Si cette dispersion est de nature technique et liée à des choix d'experts, alors cela détruit l'ambition même d'une vision *risk based* scientifiquement fondée ; si elle est de nature technique et liée à une évolution dans les données, alors cela détruit l'idée d'une pertinence possible d'une formule standard stable dans le temps. Qui plus est, dans ce cas, il apparaît que la période d'obsolescence des informations fournies par ces calibrages n'est pas supérieure à la durée des produits commercialisés, ce qui conduit à douter de la pertinence de leur utilisation à des fins de pilotage par les entreprises.

Ainsi, ici encore, les raisons de la dispersion de paramètres réputés être fondés et pertinents techniquement importe peu. Les mêmes arguments pour justifier techniquement d'une éventuelle dispersion comme d'un signal pourraient être soulevés. Les mêmes réponses leurs sont opposables, permettent de classer en bruit la dispersion des observations et conduisent à disqualifier ces calibrages comme outils de pilotage et de régulation fiables.

cela, nous nous appuyons systématiquement sur les données et éléments méthodologiques fournis par le CEIOPS pour étayer ses propositions de calibrages des QIS.

### L'économie politique ?

Il est possible de reconstituer, à partir des calibrages par branche fournis par le CEIOPS, le niveau agrégé des calibrages associés aux risques de prime et de provision pour une entreprise représentative du marché français. Nous avons ici considéré une entreprise dont les poids relatifs de chaque branche correspondraient à ceux du marché français. Le tableau 7 représente cette évolution dans le temps.

	2006	2007	2008	2010	2014
	QIS2	QIS3	QIS4	QIS5	Prep. phase
prime	12,7%	7,7%	9,9%	9,9%	9,2%
provision	13,2%	10,5%	11,8%	10,7%	10,3%

*Tableau 7 : Estimation du calibrage net global des risques, entreprise représentative*

La mise en regard de ces évolutions avec le contexte macroéconomique suggère une hypothèse de pilotage politique du niveau de choc moyen selon la chronologie suivante :

- un premier calibrage (2006) réalisé « à l'aveugle » quant à ses impacts,
- une révision à la baisse de ce premier calibrage, jugé trop élevé et partant trop pénalisant pour le marché (évolution 2006 – 2007),
- suivie d'une correction à la hausse dans un contexte de crise financière conduisant à renforcer la vigilance prudentielle et les contraintes quantitatives associées (évolution 2007 – 2008),
- puis un tâtonnement stabilisateur lors de négociations entre le CEIOPS, l'industrie et les Etats (période 2008 – 2010),
- suivi d'un dernier coup de rabot politique lors du choix final des paramètres par la Commission en 2014.

Peut-on valider, si ce n'est cette chronologie précise, du moins l'hypothèse d'arbitrages politiques comme sources de variation significatives des calibrages ?

### *Données utilisées*

Le CEIOPS a parfois accompagné les calibrages des QIS d'éléments justificatifs :

- Pour le QIS 2, aucune justification n'est fournie (CEIOPS, 2006).



- Pour le QIS 3, presque aucune justification n'est fournie (CEIOPS, 2007b). Toutefois, des informations laissent penser que ce nouveau jeu de calibrages s'inscrit dans un contexte global d'attente de baisse des stress.<sup>16</sup>
- Pour le QIS 4, les éléments de justification sont comme inexistant, le CEIOPS indiquant par exemple que "*attention was paid to the industry's QIS3 feedback regarding the calibration of the SCR formula, but being globally pleased with the QIS3 calibration, CEIOPS decided not to substantially challenge the QIS3 calibration*" (CEIOPS, 2008).
- En revanche, en 2009 (calibrage mort-né, alors considéré comme proposition finale du CEIOPS à la Commission Européenne, n'ayant pas donné lieu à une étude d'impact) et en 2010 (QIS 5, recommandations effectivement finales du CEIOPS à la Commission Européenne), le CEIOPS a fourni des informations sur la méthodologie utilisée et les calibrages (CEIOPS, 2009 & 2010b).

Pour chacun de ces deux exercices,

- (i) le CEIOPS a appliqué aux données dont il disposait (quelques pays en 2009, un périmètre plus large en 2010) quatre méthodes d'estimation pour le risque de prime et six méthodes pour le risque de provision, toutes fondées sur la même hypothèse de loi sous-jacente et différant par le nombre de degrés de liberté retenus.<sup>17</sup>
- (ii) Puis, risque par risque, il a déterminé quelle(s) méthode(s) semblait la(les) plus approprié(es) (« *best fit* »),
- (iii) et a retenu certaine(s) méthode(s) pour déterminer sa proposition de calibrage de la déviation standard (brute de réassurance) liée à chacun des risques (parfois la moyenne de ces méthodes retenues, parfois un chiffre proposé « en cohérence » avec ces méthodes retenues).

## Résultats

---

<sup>16</sup> Par exemple, entre le QIS 2 et le QIS 3, la formule fermée permettant de transformer la mesure de volatilité en mesure de risque réglementaire bascule d'une formule reflétant une T-VaR à 99% à une formule reflétant une VaR à 99,5 %, générant de ce fait une baisse de 5 à 10% du calibrage réglementaire à volatilité inchangée (les deux s'appuyant sur un même postulat de distribution sous-jacente log-normale).

<sup>17</sup> e.g. : calcul d'une espérance et d'une volatilité globale, calcul d'une espérance globale et d'une vol par entreprise dont on fera la moyenne, calcul d'une espérance par entreprise et d'une vol globale...

Le jeu de méthodes retenues pour la proposition de calibrage (iii) s'éloigne régulièrement du jeu de méthodes considérées comme les plus pertinentes d'un point de vue technique (ii). Le tableau 8 synthétise ainsi, pour le risque de prime, branche par branche, le jeu de méthodes considérées comme les plus pertinentes et le jeu de méthodes retenues pour le calibrage final : il n'existe aucune branche pour laquelle ces deux jeux sont identiques.

<i>Risque de prime</i>	CP 2009		QIS 5	
	best fit	retenu	best fit	retenu
1 Motor, third party liability	3-4	1 - QIS4	4	1-4
2 Motor, other classes	3-4	3 - 1 - QIS 4	2-4	1-2-4
3 Marine, aviation and transport	2-3	4-2	2-4	1-2-4
4 Fire and other damage to property	2	1 - QIS4	aucune	1-2-3-4
5 Third-party liability	3	?	4	1-4
6 Credit and suretyship	2	?	2-4	1-2
7 Legal expenses	2-4	?	2-4	1-2
8 Assistance	2-4	2 - QIS 4	2	1-2
9 Miscellaneous non-life insurance	2-4	2 - QIS 4	2-4	1-2-4

Tableau 8 : méthodes considérées comme optimales et méthodes retenues pour le calibrage

Le même phénomène peut être observé pour le risque de provision. A titre d'exemple, pour la branche 9, le *consultation paper* (CP 2009) identifie trois estimations « pertinentes », de 25 %, 23% et 45%, puis propose finalement, sans le justifier, de retenir un calibrage de 20%.

De façon générale, la justification de cette déviation (passage de l'étape (ii) à l'étape (iii)) est souvent très faible, voire inexistante. Par exemple :

*“Overall conclusions: Method 4 and 2 provide a good fit. This would imply a factor of 14% on average based on the fitted results. Method 5 does not allow for diversification and in views of the graph above seems to ignore some important observations. A final factor considering method 5 and method 1 has been selected.”* (CP2009, risque de provision, branche 7).

Il est possible d'estimer l'impact global de cette divergence entre l' « optimum technique » et la proposition retenue. Le tableau 9 compare, pour une entreprise représentative, l'estimation moyenne du risque suivant les méthodes jugées pertinentes à celle résultant des calibrages finalement proposés. Les calibrages proposés conduisent à une estimation significativement plus faible que celle à laquelle la pureté technique aurait conduit.

<i>moyennes pondérées</i>	Best fit	Proposition
QIS 5	15,1%	13,0%
CP 2009	22,8%	16,3%
Rappel QIS 4		13,9%

Tableau 9 : moyennes pondérées par les volumes des branches des déviations standards liées au risque de prime (brut de réassurance), estimées par le CEIOPS

Il apparaît ici clairement que les calibrages successifs ont pris en compte une dimension non technique significative<sup>18</sup>. Faut-il pour autant en conclure que, si les calibrages ne sont pas fiables en tant mesure de risque, cela est dû uniquement à l'interférence d'arbitrages politiques qui viendraient fausser un travail scientifique : suffirait-il d'améliorer l'indépendance des autorités techniques pour rendre une crédibilité technique à cette régulation qui se prétend *risk-based* ?

### Une idiosyncrasie ?

Certaines des méthodes de calibrage ont conduit le CEIOPS à estimer une VaR pour chacune des entreprises dont il avait récupéré l'historique de sinistralité. Le tableau 5 (resp. 6) recense, pour celles de ces méthodes jugées pertinentes par le CEIOPS, le premier et le troisième quartile du risque de prime (resp. provision) ainsi estimé pour chaque branche.

Primes	Méthode	75th percentile	25th percentile	max/min
2 Motor, other classes	2	18%	8%	2,3
3 Marine, aviation and transport	2	109%	28%	3,9
4 Fire and other damage to property	2	61%	16%	3,8
4 Fire and other damage to property	3	96%	25%	3,8
6 Credit and suretyship	2	124%	40%	3,1
7 Legal expenses	2	27%	11%	2,5
8 Assistance	2	14%	6%	2,3
9 Miscellaneous non-life insurance	2	77%	15%	5,1

Tableau 5 : dispersion de la volatilité estimée entre le premier et le troisième quartile des entreprises, suivant les méthodes retenues pour le choix final et déterminant une volatilité par entreprise (risque de prime, QIS 5)

<sup>18</sup> Des éléments que nous venons de présenter se dégage une image paradoxale : une autorité technique, le CEIOPS, qui se permet initialement de ne pas justifier son opinion et semble donc en autarcie mais qui, dans un second temps, alors qu'il lui est demandé un avis technique destiné à éclairer une décision, délivre des recommandations dont la composante politique est patente.

Provisions	Méthode	75th percentile	25th percentile	max/min
1 Motor, third party liability	1	17%	6%	2,8
1 Motor, third party liability	2	40%	10%	4,0
2 Motor, other classes	1	40%	14%	2,9
3 Marine, aviation and transport	1	63%	32%	2,0
3 Marine, aviation and transport	2	365%	43%	8,5
4 Fire and other damage to property	1	40%	13%	3,1
4 Fire and other damage to property	2	81%	24%	3,4
5 Third-party liability	1	50%	13%	3,8
6 Credit and suretyship	1	81%	29%	2,8
8 Assistance	1	87%	29%	3,0
9 Miscellaneous non-life insurance	1	72%	25%	2,9

*Tableau 6 : dispersion de la volatilité estimée entre le premier et le troisième quartile des entreprises, suivant les méthodes retenues pour le choix final et déterminant une volatilité par entreprise (risque de provision, QIS 5)*

On constate que l'estimation du niveau risque entre premier et le troisième quartile diffère d'un facteur 3,5 en moyenne (elle varie selon les branches et les méthodes d'un facteur 2 à 8). Cette dispersion des mesures de risque entre entreprises au sein d'une branche est bien supérieure à la dispersion entre les branches que Solvabilité 2 prétend capter (pour le risque de prime, un facteur deux d'écart entre la branche la plus risquée (MAT, 15%) et la moins risquée (*legal expenses*, 7%) ; et un facteur 2,5 pour le risque de provision).

Cela signifie que le choix d'une formule standard, calibrée par branche mais homogène entre entreprises, plaquée sur des entreprises à ce point hétérogènes au sein d'une même branche, n'apporte pas de plus-value significative en termes de mesure de risque par rapport à un système où les branches étaient traitées de façon homogène<sup>19</sup>. De ce fait, il semble souhaitable de généraliser la pratique des *undertaking specific parameters* (USP) qui ont pour objectif de capter le risque propre à chaque entreprise. Toutefois, si ceci serait nécessaire pour atteindre l'objectif que s'est fixé Solvabilité 2, ceci serait-il suffisant ?

<sup>19</sup> Cette observation fournit également une explication à la dispersion des calibrages observée entre QIS. En effet, rappelons que les calibrages des premiers QIS ont été effectués sur des données parcellaires, parfois restreintes à un marché national. Dès lors que les entreprises sont très hétérogènes, il est alors naturel qu'une modification de l'échantillon de calibrage fasse évoluer le paramètre. Ainsi, l'instabilité des mesures est pour partie la conséquence caractère transitoire et tâtonnant de la mise en place progressive du nouveau système, sans que cela ne remette en cause le caractère « bruit » de ces évolutions.

## Une barrière épistémologique ?

Indépendamment des interférences politiques et de l'idiosyncrasie que nous venons de mettre en évidence, les analyses fournies par l'EIOPA pour étayer leurs propositions de calibrages montrent que, à jeu de données constant, les différentes méthodes utilisées conduisent à des résultats très dispersés<sup>20</sup>. Ainsi, le tableau 10 met en évidence, branche par branche, la dispersion des calibrages (ratio entre le plus élevé et le plus faible) selon la méthode utilisée : l'écart entre les estimations varie, selon les branches et les exercices considérés, d'un facteur 2 à un facteur 60.

<i>ratio max /min</i>	Primes		Provisions	
	CP2009	QIS 5	CP2009	QIS 5
1 Motor, third party liability	2,4	4,2	7	13
2 Motor, other classes	2,2	2,7	5	7
3 Marine, aviation and transport	3,3	3,1	7	7
4 Fire and other damage to property	2,8	1,8	6	11
5 Third-party liability	2,6	1,8	23	22
6 Credit and suretyship	6,0	3,2	5	60
7 Legal expenses	8,0	17,3	12	16
8 Assistance	6,0	5,5	34	26
9 Miscellaneous non-life insurance	48,0	4,1	2	20

Tableau 10 : ratio entre les estimations extrêmes fournies par les différentes méthodes utilisées

Même en se restreignant aux méthodes identifiées au cas par cas, par le CEIOPS, comme devant être retenues pour déterminer le calibrage final, la dispersion reste très élevée, pouvant aller jusqu'à un facteur 4 voire 8 (cf. tableau 11), bien supérieure à la dispersion des calibrages entre branches finalement retenus.

<sup>20</sup> Au niveau agrégé, pour notre compagnie diversifiée représentative, le tableau 12 montre que, si une unique méthode avait été choisie, transversalement, pour apprécier le risque correspondant à l'ensemble des branches, on aurait obtenu une estimation du risque de prime (resp. de provision) jusqu'à 4 fois (resp. 10 fois) plus élevée selon que le choix se serait porté sur une option ou une autre.<sup>20</sup>

<i>moyennes pondérées</i>	Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3	Méthode 4	Méthode 5	Méthode 6
Primes - CP 2009	11%	9%	25%	39%		
Primes - QIS 5	10%	12%	24%	19%		
Provisions - CP 2009	19%	22%	48%	6%	17%	31%
Provisions - QIS 5	16%	19%	46%	4%	15%	31%

Tableau 12 : estimation de la déviation standard (brute de réassurance) liée aux risques de prime et de provision, pour une compagnie représentative, suivant les différentes méthodes utilisées

<i>ratio max /min</i>	Primes		Provisions	
	CP2009	QIS 5	CP2009	QIS 5
1 Motor, third party liability	1,3	2,8	1,5	4,2
2 Motor, other classes	1,7	1,6	2,5	2,2
3 Marine, aviation and transport	1,7	1,4		3,0
4 Fire and other damage to property	1,3	1,8	1,8	2,6
5 Third-party liability		1,6	1,1	3,1
6 Credit and suretyship		1,2		1,0
7 Legal expenses		1,7	4,0	3,5
8 Assistance	1,3	1,3	7,3	3,9
9 Miscellaneous non-life insurance	7,8	2,2		1,5

Tableau 11 : dispersion entre les résultats obtenus par les différentes méthodes prises en compte pour le choix final

Soulignons qui plus est que cette mesure sous-estime la « marge d'erreur de modèle ». De fait, la seule source de variation entre les différentes méthodes retenues est, comme indiqué précédemment, le nombre de degrés de liberté alors que nombre d'autres paramètres (par exemple la profondeur d'historique jugée pertinente, ou encore le choix de la loi de distribution sous-jacente permettant de passer de l'estimation de la volatilité à la mesure de risque réglementaire), sont ici figés alors qu'ils pourraient également faire l'objet d'appréciations statistiques divergentes.

En l'état actuel des connaissances, l'ambition de Solvabilité 2 de construire un système *risk based* semble donc relever de l'utopie, puisque la marge d'erreur liée à l'estimation des risques est bien supérieure à la dispersion des risques entre eux. Il semblerait donc plus raisonnable de construire un système prudentiel *uncertainty based*, fondé sur une appréciation qualitative et forfaitaire de l'incertitude liée à chaque branche, plutôt que *risk based*, fondé sur une ambition vaine de mesure quantitative.

A plus long terme, une question ne peut être écartée, liée au fait que les méthodes utilisées par le CEIOPS sont agnostiques vis-à-vis de l'idiosyncrasie discutée précédemment : la barrière que nous venons de mettre en évidence est-elle une résultante de cette agnosticité et de l'absence de cadrage méthodologique vis-à-vis de l'idiosyncrasie qui en découle, auquel cas il s'agirait d'une barrière franchissable, ou bien cette barrière constitue-t-elle un plafond techniquement indépassable ? Répondre à cette question nécessitera sans doute une exploration systématique des sources de marge d'erreur et de leur impact.

## Conclusion

On peut débattre du fait que, dans un contexte global où co-existent non seulement des enjeux de protection des assurés mais aussi de développement de

marchés d'assurance et de financement de l'économie, les exigences financières imposées aux entreprises le soient en fonction de seuls critères prudentiels. On peut ensuite débattre du fait que, d'un strict point de vue prudentiel, pour protéger les assurés, éviter les faillites et optimiser l'allocation des fonds propres, il soit souhaitable de retenir une réglementation *risk based*, c'est-à-dire de fonder les exigences de capital sur une mesure de risque. Quoi qu'il en soit, c'est ce double choix qui a été retenu par Solvabilité 2. Or, il apparaît que cet objectif n'est pas atteint : les calibrages sur lesquels sont fondées les exigences de capital, réputés mesurer le risque, ne sont pas fiables. Soulignons que, paradoxalement, cette étude conduit donc à penser que Solvabilité 2 a mené à une dégradation de l'allocation des ressources. De fait, l'allocation des ressources en capital n'a pas été améliorée et, au vu de l'énergie consacrée à sa conception et son déploiement, l'allocation des ressources en capital humain auquel elle a conduit est suboptimale.

Au-delà, il est permis de douter qu'un tel objectif de régulation *risk based* soit atteignable. De fait, il n'est pas possible de considérer que les technologies de mesure des risques sont aujourd'hui inexistantes. Or les éléments présentés dans cet article montrent que l'enjeu n'est pas dans *un raffinement* de la précision, mais bien dans *l'incapacité* actuelle de caractériser le risque relatif d'une activité par rapport à une autre : on ne peut donc pas s'appuyer sur cette base pour fonder de décision.

Dans ce cadre, que faire vis-à-vis des limitations techniques et des arbitrages politiques ?

### Mieux cerner les limitations techniques

L'étude que nous avons menée peut être enrichie de deux façons. D'une part, en élargissant le champ de l'analyse, depuis les seuls risques de prime et provision en non vie, à l'ensemble des risques. D'autre part ne testant pas que la crédibilité interne mais également la marge d'erreur dans l'absolu des calibrages via de nombreux jeux d'hypothèses alternatives. Si des études de sensibilité à des hypothèses ont été menées<sup>21</sup>, serait utile de dresser une revue de ces analyses afin de déterminer, mesure de risque par mesure de risque, composante de l'exigence de capital par composante, la marge d'erreur associée. Toutefois, insistons sur le

---

<sup>21</sup> Et, si elles sont totalement éparses, elles sont nombreuses : impact du choix de telle ou telle référence de courbe des taux, du choix de tel ou tel calibrage de stress de marché, du choix de tel modèle Cat plutôt que tel autre, de telle *management rule* plutôt que telle autre, d'une référence aux notations ou aux *spreads* de marché pour évaluer le risque de défaut souverain d'un portefeuille, etc. tant en interne des entreprises qu'à des niveaux agrégés par exemple au niveau de fédérations professionnelles ou de régulateurs.

fait que l'enjeu n'est pas tant les sensibilités, qui sont oubliées aussitôt présentées et servent souvent de quitus à la présentation et l'utilisation d'un résultat non fiable, que la marge d'erreur. Dans ce cadre, la sensibilité à une hypothèse n'est qu'un moyen de déterminer l'impact de la marge d'erreur des paramètres en entrée sur la marge d'erreur de la variable de sortie.

### Piloter en conscience

Surtout, les études de sensibilité menées n'ont jamais eu pour objectif, à notre connaissance, de déterminer si les mesures étaient suffisamment précises pour servir de socle à une prise de décision. Toujours, elles ont visé à permettre de choisir une hypothèse plutôt qu'une autre. Trois raisons peuvent être avancées pour expliquer cela : le fait qu'un système *risk based* allait être mis en œuvre, et que l'enjeu portait donc sur ses caractéristiques et non sur son bien-fondé ; la volonté des modélisateurs de ne pas dévaloriser leur propre travail et risquer d'être perçus comme inutiles<sup>22</sup> ; le sentiment diffus et omniprésent du « mieux que rien », d'une supériorité *par principe* du résultat d'un calcul sur un montant forfaitaire. Concernant ce ressenti, nous avons montré qu'à ce stade, il était infondé.

En l'état actuel des connaissances, l'exigence de capital d'une société d'assurance sous Solvabilité 2 est l'agrégation de plusieurs dizaines de composantes dont la marge d'erreur de chacune est méconnue. Au vu leur amplitude minimale, on ne peut globalement pas savoir si les ordres de grandeurs relatifs sont respectés. La résultante est donc totalement dépourvue de sens : le fait qu'une entreprise ait une exigence de capital supérieure à une autre ne signifie *a priori* en rien qu'elle est plus risquée. Les conséquences de cet enseignement sur le pilotage actuel doivent être tirées tant au niveau macro-économique qu'au niveau microéconomique.

Au niveau macro-économique, dès lors que ces calibrages apparaissent comme n'étant pas techniquement fiables, ils n'ont plus de légitimité pour fonder les exigences de capital des assureurs. Ceci plaide pour une reprise en main de ces exigences à un niveau ayant une superficie de compétences globale, à même d'articuler l'ensemble des enjeux du contexte (e.g. financement de l'économie, développement d'un marché), au-delà d'un calibrage *risk based* factice. Certes, on

---

<sup>22</sup> Ainsi, interrogé par un consultant pour une enquête sur les pratiques ALM et les méthodes de place d'allocation stratégique d'actifs, j'eus l'échange suivant :

- Moi : l'important, c'est de connaître et de communiquer sur les marges d'erreurs.
- Lui : Oui, il faut présenter des analyses de sensibilité.
- Moi : Non, les sensibilités, c'est anecdotique. Ce qu'il faut présenter, c'est la marge d'erreur.
- Lui : Mais si on présente des marges d'erreur, les modèles vont perdre toute crédibilité !



pourrait considérer que les enjeux politiques ont bien été pris en compte puisque l'EIOPA semble s'être autocensurée en biaisant à la baisse ses recommandations par rapport à ses estimations techniques. Mais l'EIOPA, dont la compétence est exclusivement technique<sup>23</sup>, n'a pas la légitimité pour arbitrer ces jeux d'acteurs et, de fait, ne semble pas les assumer. Rien, à notre connaissance, ne permet de penser que ces arbitrages ont effectivement été pilotés, en conscience, sur la base d'une analyse structurée.

Au niveau microéconomique, le danger principal est que ces outils soient effectivement utilisés comme indicateurs de risque pour piloter les entreprises. Ainsi, l'exigence de capital associée au risque action est désormais appelée couramment « le risque action »<sup>24</sup>, tendant à faire assimiler cette mesure à la réalité sous-jacente et à faire gérer les risques en fonction de cet indicateur. Les entreprises les plus fragiles, donc celles pour lesquelles la qualité de la gestion des risques est la plus sensible, y sont d'autant plus exposées que la pression d'un ratio de solvabilité faible les conduira à aligner leur gestion sur cette grille de lecture afin d'optimiser l'image qu'elles renverront au régulateur. En termes de discours comme d'implémentation, vis-à-vis des exigences de use-test et au niveau des méthodologies d'ORSA et de gestion des risques, il importe de dissocier, autant que possible, l'appréhension des risques des quantifications de Solvabilité 2.

## Bibliographie

ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution), 2011, Solvabilité 2 : principaux enseignements de la cinquième étude quantitative d'impact (QIS5), *Analyses et synthèses* n°1, 24p.

Alesina, A. and Tabellini, G., 2007, Bureaucrats or Politicians? Part I: A Single Policy Task. *American Economic Review*, 97(1): 169-179.

---

<sup>23</sup> Nous n'entrons pas ici dans la sociologie institutionnelle de Solvabilité 2. Certes, formellement, les calibrages de l'EIOPA ne sont que des conseils à la Commission Européenne, mais ceux-ci sont en pratique suivis en raison de la légitimité technique relative de la première par rapport à la seconde. Ce poids de l'EIOPA est renforcé par la portée de ses recommandations vis-à-vis desquelles les Trésors nationaux sont dans une posture « *comply or explain* », inversant ainsi les positions entre l'autorité technique de jugement censée appliquer les règles et l'autorité politique censée fixer le cadre.

<sup>24</sup> On peut citer par exemple, le passage suivant : « *La lucidité c'est d'être vigilant sur les exigences de capital pour les actifs les plus utiles à l'économie, en particulier sur le calibrage du risque de crédit. Ceci suppose aussi [...] de diminuer le calibrage des risques de responsabilité civile de long terme, le calibrage du risque de longévité [...]* » (Spitz, 2011).

CEIOPS, 2006, QIS2 Technical Specification, <https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/QIS2TechnicalSpecification.pdf>

CEIOPS, 2007, QIS3 Technical specifications, Part I: Instructions, <https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/QIS3TechnicalSpecificationsPart1.PDF>

CEIOPS, 2007b, QIS3 Calibration of the underwriting risk, market risk and MCR, <https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/QIS3CalibrationPapers.pdf>

CEIOPS, 2008, QIS4 Technical Specifications (MARKT/2505/08), <https://eiopa.europa.eu/publications/qis/insurance/insurance-quantitative-impact-study-4> (A.3)

CEIOPS, 2009, Draft CEIOPS' advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula Calibration of Non-Life Underwriting Risk (CP-71-09), [https://www.knf.gov.pl/Images/091102%20CP-71%20Calibration%20of%20the%20non-life%20underwriting%20risk\\_tcm75-13971.pdf](https://www.knf.gov.pl/Images/091102%20CP-71%20Calibration%20of%20the%20non-life%20underwriting%20risk_tcm75-13971.pdf)

CEIOPS, 2010a, QIS5 Technical Specifications, [https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/QIS5-technical\\_specifications\\_20100706.pdf](https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/QIS5-technical_specifications_20100706.pdf)

CEIOPS, 2010b, Solvency II calibration paper, <https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/CEIOPS-Calibration-paper-Solvency-II.pdf>

Cummins, J., & Phillips, R. (2009). Capital adequacy and insurance risk-based capital systems. *Journal of Insurance Regulation*, 28(1), 25-72.

Danielsson J., 2008, Blame the models, *Journal of Financial stability*, 4 (4). pp. 321-328

Danielsson J., 2002 The emperor has no clothes: Limits to risk modelling, *Journal of Banking and Finance*, vol. 26, issue 7, pages 1273-1296

El Karoui, N., Loisel, S., Prigent, J.-L., & Vedani, J. (2015), Market inconsistencies of the market-consistent European life insurance economic valuations: pitfalls and practical solutions, *working paper*, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01242023>

Eling, M., & Holz Müller, I. (2008). An overview and comparison of risk-based capital standards. *Journal of Insurance Regulation*, 26(4), 31-60

European Commission, 2008, MARKET/2504/08, Call for Advice from CEIOPS,

<https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/Call%20for%20Advice%20from%20EC%20to%20CEIOPS.pdf>

European Parliament and Council, 2009, Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II) *OJ L 335*, 17.12.2009, p. 1–155

Frezal, S., 2015, de quoi Solvabilité 2 est-il le nom ? *working paper PARI*, [http://www.chaire-pari.fr/wp-content/uploads/2015/12/De-quoi-Solvabilit%C3%A9-2-est-elle-le-nom\\_dec-2015.pdf](http://www.chaire-pari.fr/wp-content/uploads/2015/12/De-quoi-Solvabilit%C3%A9-2-est-elle-le-nom_dec-2015.pdf)

Harrison, M. & Samuel, S., 2011, Two hundreds millions inputs. Can you trust risk weightings at European banks? *Barclays Capital Equity Research*

Kamega, A. & Planchet F., 2013, Construction de tables de mortalité prospectives sur un groupe restreint : mesure du risque d'estimation, *Bulletin français d'Actuariat*, *Bulletin Français d'Actuariat*, vol. 13, n°25.

Leroy, G. & Planchet, F. 2010, Que signifie la ruine dans Solvabilité 2 ? *La Tribune de l'assurance*, n° 147, mai 2010, 55-56

Repulo & Martinez-Miera, 2014, Comparing Flat and Risk-based Capital Requirements, [https://acpr.banque-france.fr/fileadmin/user\\_upload/acp/Seminaires\\_de\\_recherche/Chaire\\_ACP/02RR-KNS.pdf](https://acpr.banque-france.fr/fileadmin/user_upload/acp/Seminaires_de_recherche/Chaire_ACP/02RR-KNS.pdf)

Sims, C., 2003, Implications of rational inattention, *Journal of Monetary Economics*, Volume 50, Issue 3, April 2003, Pages 665–690

Spitz, B., 2011, Solvabilité II, cinq conditions, *Risques* n°85, mars 2011, 39-41.

Weber, R., & Darbellay, A. (2008). The regulatory use of credit ratings in bank capital requirement regulations. *Journal of Banking Regulation*, 10(1), 1-16.

## Annexe 1 : comparatif synoptique des exigences quantitatives de Solvabilité 1 et Solvabilité 2

Le schéma ci-dessous synthétise la façon dont, pour les principaux postes du bilan, Solvabilité 2 introduit un calcul *risk-based* des exigences de capital associées, en regard de Solvabilité 1<sup>25</sup>.

Solvabilité 1	Solvabilité 2
Non vie	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fondée sur le max d'une règle liée au stock et d'une liée au flux</li> <li>▪ Deux catégories d'activité (écart max : 1,5)</li> <li>▪ Diversification prise en compte uniquement par effet taille (1 seuil)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fondée sur l'agrégation de plusieurs règles liées au stock et au flux</li> <li>▪ 12 catégories d'activité (écart max : facteur 2 à 2,5<sup>26</sup>)</li> <li>▪ Effet taille non pris en compte mais la diversification entre branches l'est (matrices de corrélation)</li> </ul>
Vie	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deux catégories selon que capitaux garantis ou non (écart d'un facteur 4),</li> <li>▪ <i>Add on</i> forfaitaire pour les capitaux décès</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fondée sur une modélisation police par police (prise en compte des taux garantis, des taux de participation aux bénéfiques, des caractéristiques de l'assuré) et l'adossement A/P</li> </ul>
Actifs	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pas d'impact sur les exigences de capital</li> <li>▪ Règles limitant la concentration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exigences de capital dépendant de la catégorie (nature), du rating, de la duration, etc.</li> </ul>
Correctifs	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vie : marge disponible diminuée si adossement A/P inadapté au taux garantis – mais pas d'impact sur l'exigence de capital</li> <li>▪ Non vie : réassurance prise en compte <i>au prorata</i> de son impact passé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Simulation traité par traité de l'impact de la réassurance sur les événements extrêmes</li> <li>▪ Possibilité de développer des calibrages internes (<i>Undertaking specific parameters, USP</i>), ou des modèles internes</li> <li>▪ Prise en compte de la diversification, etc.</li> </ul>

<sup>25</sup> Voir Frezal (2015), pour une présentation plus générale de Solvabilité 2.

<sup>26</sup> Ce facteur dispersif serait plus important si on prenait en compte les calibrages liés à la réassurance non proportionnelle, mais les réassureurs ont tendance à développer systématiquement un modèle interne. Le facteur indiqué correspond uniquement aux 9 branches d'assurance directe et de réassurance proportionnelle, sur lesquelles se concentre cet article.

Tableau 13 : Solvabilité 2, ou l'introduction d'une exigence de capital risk based

## Annexe 2 : mesure de stabilité de la hiérarchie des risques

Dans son dessein d'amélioration de la gestion des risques et des processus décisionnels, Solvabilité 2 souligne l'importance d'une « capacité à classer les risques »<sup>27</sup>. Si la hiérarchie des risques n'est pas captée par la mesure utilisée, alors la quantification n'améliorera pas les arbitrages, voire les dégradera en imposant la substitution de quantifications erronées aux analyses alternatives potentiellement existantes.

L'objectif est de déterminer dans quelle mesure un changement d'approche modifie la perception d'un risque comme plus risqué (ou moins risqué) qu'un autre risque. Je compare ainsi, deux à deux, un ensemble de paires de risques afin de déterminer leur positionnement relatif dans une approche donnée ; puis, je regarde, pour un ensemble d'approches, si cette comparaison est stable en mesurant la proportion de couples dont le positionnement relatif est indépendant de l'approche retenue.

Formellement, la mesure de stabilité du positionnement relatif des risques peut être représentée ainsi :

Soit  $R_{i,j}$  la mesure du risque  $i$  dans l'approche  $j$ ,

Soit  $C_{i,i',j} = \begin{cases} 1 & \text{si } R_{i,j} > R_{i',j} \\ 0 & \text{si } R_{i,j} = R_{i',j} \\ -1 & \text{si } R_{i,j} < R_{i',j} \end{cases}$  exprimant la position relative des risques  $i$

et  $i'$  vue par l'approche  $j$ ,

Soit  $T_{i,i'} = \begin{cases} 1 & \text{si } \text{signe}(C_{i,i',j}) = \text{constante } \forall j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

$$\text{Stabilité} = \frac{\sum_i \sum_{i'} T_{i,i'}}{n(n-1)/2}$$

Cet indicateur est compris entre 0 et 1 et représente, parmi l'ensemble des couples de risques envisageables, la proportion de ceux dont la hiérarchie de la mesure de risque reste stable au fil des études.

<sup>27</sup> « Indépendamment de la méthode de calcul retenue, la capacité du modèle interne [il s'agit d'un article sur les modèles internes] à classer les risques est suffisante pour garantir qu'il est largement utilisé et qu'il joue un rôle important dans le système de gouvernance de l'entreprise d'assurance ou de réassurance concernée, et notamment dans son système de gestion des risques et ses processus décisionnels, ainsi que dans l'allocation de son capital ». (EPC, 2009), Article 121.4

## Annexe 3 : fonctionnement et modalités de l'ajustement du ratio signal sur bruit.

Nous formalisons et discutons dans cette annexe les raisons et conséquences du choix d'un ratio signal sur bruit ajusté plutôt qu'un signal brut.

### Formalisation

On peut noter le calibrage du risque  $R_{i,j}$  associé à la branche (*line of business, LoB*)  $i$  dans le jeu de calibrages (e.g. QIS)  $j$  sous la forme

$$R_{i,j} = V_i + n_{i,j}$$

Où  $V_i$  représente la valeur du paramètre de risque recherché pour la branche  $i$  et  $n_{i,j}$  représente le bruit associé à la branche  $i$  pour le jeu de mesures  $j$ .

Ce bruit  $n_{i,j}$  peut comporter :

- des composantes spécifiques à chaque branche. Par exemple, une branche a un déroulement plus long que les autres et des techniques extrapolant insuffisamment le risque de dérive conduiraient à sous-estimer le risque associé, puis cela est revu à la hausse ; une branche est stratégique pour la puissance publique qui souhaite développer ce marché (ou bien pour une entreprise qui en avait un axe de sa communication financière), et son calibrage doit être revu à la baisse ; etc.
- des composantes spécifiques à chaque jeu de calibrage. Par exemple, l'utilisation d'une nouvelle méthodologie prenant en compte la possibilité de lois à queues épaisses qui conduirait à augmenter l'ensemble des calibrages ; ou bien une décision politique de une baisse transversale des mesures retenues résultant du constat que les calibrages sont tels que l'industrie de l'assurance européenne serait, dans son ensemble, exposée à des exigences trop pénalisantes ; etc.
- un résidu, correspondant par exemple au fait qu'à la suite d'un événement particulier, on révisé son jugement sur une branche donnée, avant le cas échéant qu'une nouvelle information vienne infirmer ce jugement.

Dès lors, il peut être modélisé à partir de trois composantes. Par exemple, si elles interagissent de façon additive, sous la forme :

$$n_{i,j} = L\varepsilon_i + Q\sigma_j + B\tau_{i,j}$$

Où  $\varepsilon_i$ ,  $\sigma_j$  et  $\tau_{i,j}$  sont des bruits blancs normés reflétant respectivement la composante aléatoire :

- pour  $\varepsilon$ , liée à la branche,
- pour  $\sigma$ , liée au jeu de calibrage
- et pour  $\tau$ , non spécifique,

et  $L$ ,  $Q$  et  $B$  représentent l'amplitude de chacune de ces composantes<sup>28</sup>.

### Signification d'un ratio non ajusté

Si on supposait  $L$  et  $B$  nuls, c'est-à-dire en considérant que la seule source de bruit vient des différents jeux de mesure et qu'elle affecte de façon homogène toutes les branches, alors on aurait :

$$R_{i,j} = V_i + Q\sigma_j$$

Dans ce cas, notre indicateur de bruit correspond à  $\bar{Q}$ , et l'entièreté de la dispersion sur une colonne correspond à de l'information. Ainsi, notre indicateur de signal brut, qui correspond à  $\overline{dispersion_i(R_{i,j})} = \overline{dispersion(V_i)}$ , capte effectivement l'amplitude du signal.

Ainsi, ce ratio *non ajusté* signal brut /bruit, qui détermine le ratio signal/bruit dans le cas où  $L$  et  $B$  sont nuls, est un majorant du ratio signal /bruit.

Ce ratio brut correspond à  $1 + SSB_a$  et, appliqué aux données de l'article, il indique que l'amplitude du bruit est, en ordre de grandeur, comparable à celle du signal :

	stdev	max/min
Formule standard - primes	1,3	2,0
Formule standard - provision	1,1	1,5
Modèle interne - provision	1,7	2,1

Tableau 15 : ratios signal brut sur bruit (non ajustés)

<sup>28</sup> Ou, de façon plus fine,  $n_{i,j} = L_j\varepsilon_i + Q_i\sigma_j + B\tau_{i,j}$ , avec  $L_j$  et  $Q_i$  représentant respectivement, l'amplitude pour chaque calibrage  $j$  du bruit affectant chaque branche, et l'amplitude pour chaque branche  $i$  du bruit issu du changement de QIS.

### Signification du ratio ajusté

Si, en l'absence de possibilité d'estimer  $L$  ni de postuler une hiérarchie entre  $L$  et  $Q$ , on suppose  $L = Q$ , avec  $B$  quelconque, alors on peut réécrire  $n_{i,j}$  sous la forme  $n_{i,j} = N \nu_{i,j}$  où  $\nu_{i,j}$  est un bruit blanc normé. Il convient alors de corriger la dispersion correspondant à l'indicateur de signal brut par la dispersion induite par le bruit d'amplitude caractéristique  $N$ , telle que mesurée par l'indicateur de bruit. Ceci correspond au ratio ajusté signal sur bruit tel que présenté dans le corps du papier.

Ce résultat tient, de façon plus générale, avec  $L$  quelconque et  $Q \ll B$ , où on peut alors écrire  $n_{i,j}$  sous la forme  $n_{i,j} \cong N \nu_{i,j}$ .

Enfin, dans le cas où  $Q \ll L$ , l'ajustement auquel nous procédons est insuffisant, puisque le bruit mesuré entre QIS est faible par rapport au bruit entre branches assimilé à tort à de l'information dans la mesure du signal brut. Le ratio ajusté signal sur bruit tel que proposé surestime alors l'information apportée relativement au bruit.

### Annexe 4 : calibrages des risques successivement proposés par le CEIOPS



	2006	2007	2008	2010	2014	indicateurs de bruit	
	QIS2	QIS3	QIS4	QIS5	Preparatory phase	stdev	max-min/min
1 Motor, third party liability	5,0%	7,5%	9,0%	10,0%	10,0%	2,1%	1,0
2 Motor, other classes	12,5%	3,0%	9,0%	7,0%	8,0%	3,4%	3,2
3 Marine, aviation and transport	7,5%	5,0%	12,5%	17,0%	15,0%	5,0%	2,4
4 Fire and other damage to property	15,0%	10,0%	10,0%	10,0%	8,0%	2,6%	0,9
5 Third-party liability	10,0%	10,0%	12,5%	15,0%	14,0%	2,3%	0,5
6 Credit and suretyship	25,0%	12,5%	15,0%	21,5%	12,0%	5,8%	1,1
7 Legal expenses	10,0%	10,0%	5,0%	6,5%	7,0%	2,2%	1,0
8 Assistance	15,0%	10,0%	7,5%	5,0%	9,0%	3,7%	2,0
9 Miscellaneous non-life insurance	10,0%	12,5%	11,0%	13,0%	13,0%	1,3%	0,3
indicateurs de signal brut	Stdev	5,8%	3,2%	3,0%	5,4%	2,9%	
	max-min/min	4,0	3,2	2,0	3,3	1,1	

*Tableau 16 : calibrages associés au risque de prime et indicateurs de signal brut et de bruit associés*

	2006	2007	2008	2010	2014	indicateurs de bruit	
	QIS2	QIS3	QIS4	QIS5	Preparatory phase	stdev	max-min/min
1 Motor, third party liability	15,0%	15,0%	12,0%	9,5%	9,0%	2,9%	0,7
2 Motor, other classes	15,0%	7,5%	7,0%	10,0%	8,0%	3,3%	1,1
3 Marine, aviation and transport	7,5%	15,0%	10,0%	14,0%	11,0%	3,0%	1,0
4 Fire and other damage to property	15,0%	12,5%	10,0%	11,0%	10,0%	2,1%	0,5
5 Third-party liability	10,0%	7,5%	15,0%	11,0%	11,0%	2,7%	1,0
6 Credit and suretyship	20,0%	15,0%	15,0%	19,0%	19,0%	2,4%	0,3
7 Legal expenses	20,0%	10,0%	10,0%	9,0%	12,0%	4,5%	1,2
8 Assistance	10,0%	15,0%	10,0%	11,0%	20,0%	4,3%	1,0
9 Miscellaneous non-life insurance	20,0%	10,0%	10,0%	15,0%	20,0%	5,0%	1,0
indicateurs de signal brut	Stdev	4,8%	3,3%	2,6%	3,2%	4,9%	
	max-min/min	1,7	1,0	1,1	1,1	1,5	

*Tableau 17 : calibrages associés au risque de provision et indicateurs de signal brut et de bruit associés*

# PARI

PROGRAMME DE RECHERCHE  
SUR L'APPRÉHENSION DES RISQUES  
ET DES INCERTITUDES

**PARI, placé sous l'égide de la Fondation Institut Europlace de Finance en partenariat avec l'ENSAE/Excess et Sciences Po, a une double mission de recherche et de diffusion de connaissances.**

Elle s'intéresse aux évolutions du secteur de l'assurance qui fait face à une série de ruptures : financière, réglementaire, technologique. Dans ce nouvel environnement, nos anciens outils d'appréhension des risques seront bientôt obsolètes. PARI a ainsi pour objectifs d'identifier leur champ de pertinence et de comprendre leur émergence et leur utilisation.

**L'impact de ses travaux se concentre sur trois champs :**

- les politiques de régulation prudentielle, l'optimisation de leur design technique et leur appropriation pour le pilotage, dans un contexte où Solvabilité 2 bouleverse les mesures de solvabilité et de rentabilité ;
- les outils d'allocation stratégique d'actifs des investisseurs institutionnels, dans un environnement combinant taux bas et forte volatilité ;
- les solutions d'assurance, à l'heure où le big data déplace l'assureur vers un rôle préventif, créant des attentes de personnalisation des tarifs et de conseil individualisé.

Dans ce cadre, la chaire PARI bénéficie de ressources apportées par Actuaris, la Financière de la Cité, Generali et le Groupe Monceau.

Elle est co-portée par Pierre François, directeur du département de sociologie de Sciences Po et Sylvestre Frezal, directeur à Datastorm, la filiale de valorisation de la recherche de l'ENSAE.

## PARTENAIRES

