

Document de recherche sur le risque opérationnel

Document préparé par :

KPMG

Novembre 2014
Document 214118

This document is available in English

© 2014 Institut canadien des actuaires
Sous-commission sur les risques opérationnels
de la Commission de recherche

Institut canadien des actuaires

360, rue Albert, bureau 1740, Ottawa (Ontario) K1R 7X7

Téléphone : 613-236-8196

Télécopieur : 613-233-4552

siege.social@cia-ica.ca

cia-ica.ca

Les documents de recherche ne représentent pas nécessairement l'opinion de l'Institut canadien des actuaires. Les membres doivent connaître les documents de recherche. Les documents de recherche ne constituent pas des normes de pratique et sont donc de caractère non exécutoire. Il n'est pas obligatoire que les documents de recherche soient conformes aux normes. Le mode d'application de normes dans un contexte particulier demeure la responsabilité des membres.

TABLE DES MATIÈRES

Acronymes courants	1
Introduction	3
Objectifs du document de recherche établis par l'ICA	3
Structure du document de recherche	4
Méthodes de recherche	5
À propos de l'orthographe et des citations utilisées dans le document de recherche	6
Méthode d'examen et de mise à jour de la recherche sur le risque opérationnel	6
La terminologie de base du risque opérationnel	8
Comité de Bâle sur le contrôle bancaire	8
Trois méthodes de mesure pour les banques en vertu de Bâle II.....	9
Les définitions générales du Comité de Bâle au sujet du risque opérationnel	10
Définition de la perte brute imputable au risque opérationnel.....	11
Association Internationale des Contrôleurs d'Assurances	12
Canada – Bureau du surintendant des institutions financières	13
Europe – Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles	13
Australie – Australian Prudential Regulation Authority	14
Bermudes – Bermuda Monetary Authority	15
Afrique du Sud – Financial Services Board	16
États-Unis – National Association of Insurance Commissioners	16
Limites entre le risque opérationnel et les autres catégories de risque	17
Risque de crédit, de marché, de liquidité et risques techniques	18
Risque stratégique, risque d'entreprise, de projet et d'atteinte à la réputation.....	20
Classification des risques opérationnels	22
Bâle II	22
L'IFoA et le Groupe de travail sur la classification des risques	23
Les Prudential Practice Guides (PPG) de l'APRA	26
Sociétés d'assurances IARD.....	27
Sociétés d'assurance-vie	27
La BMA et l' <i>Insurance Code of Conduct</i>	28
Présentation à l'Actuarial Society of South Africa (2011)	29
L'ORIC	30
ORX	30
CRO qui sont quantifiables et celles qui doivent être soumises à un régime différent	31
Les CRO et la nécessité du capital	32
Méthodes de quantification	33
Introduction	33
Documents axés principalement sur les banques	33
Exigences de l'AICA au sujet des modèles internes.....	34
Documents sur le risque opérationnel destinés aux sociétés d'assurances	35
Structure	37
Principales questions qui influent sur le recours à une méthode (autre qu'une formule standard) pour quantifier le capital pour risque opérationnel	39

Données	39
Utilisation d'un jugement d'expert	44
Unité de mesure/Granularité	45
Dépendance	46
Nature itérative de la construction de modèles.....	50
Analyse coûts-bénéfices de la modélisation avancée du risque opérationnel.....	50
Contexte opérationnel et vigueur des programmes de gestion existants.....	51
Validation de la stabilité du processus de gestion du capital	52
Approche fréquence-sévérité	53
Structure, introduction et sources.....	53
Caractéristiques des données sur les pertes imputables au risque opérationnel et répercussions sur l'approche fréquence-sévérité	56
Théorie de la valeur extrême	58
La distribution des fréquences	62
Pertes agrégées	64
Défis que posent les analyses de la fréquence-sévérité et les méthodes de l'EVT	65
Considérations d'ordre pratique	70
Techniques de modélisation causale et d'estimation bayésienne	72
Structure, introduction et sources.....	72
Description générale d'un RB	74
Application des RB	75
Réseaux de décision bayésiens.....	79
Progrès des RB	79
Considérations d'ordre pratique liées à l'utilisation des RB	81
Points forts et faiblesses des RB.....	82
Analyse de scénarios	86
Structure, introduction et sources.....	86
Exigences de Bâle II et de l'AICA pour l'analyse de scénarios.....	88
L'exécution d'une analyse de scénarios.....	90
Considérations d'ordre pratique pour l'analyse de scénarios	95
Points forts et faiblesses	96
Pratiques en vigueur sur le marché pour les sociétés d'assurances	99
Quel est le juste niveau de capital requis pour le risque opérationnel?	100
Quelles approches sont utilisées pour modéliser les événements de pertes imputables au risque opérationnel?	100
Quelles techniques sont utilisées pour modéliser les événements de pertes imputables au risque opérationnel?	101
Quelles sont les pratiques en vigueur dans l'industrie pour les ateliers sur les scénarios et l'analyse de scénarios?.....	102
Quelles sources de données sur les pertes imputables au risque opérationnel sont les plus fréquemment utilisées?	103
Dans quelle mesure la formule standard se compare-t-elle à l'évaluation du capital individuel?.....	104
Pratique en vigueur pour la modélisation stochastique	105
Régimes de réglementation	106
Bâle II	106
Sources	106
Contexte	106
Calcul du capital pour risque opérationnel	107
Approche indicateur de base (AIB)	108
Approche standard (AS)	108

Approche de mesures avancées (AMA).....	109
Autres publications du Comité de Bâle se rapportant au risque opérationnel.....	111
AICA	113
Source	113
Description générale.....	113
Australie	115
Sources	115
Contexte	115
Risque opérationnel et normes prudentielles de l'APRA	117
Le risque opérationnel et les PPG d'APRA	119
Bermudes	119
Sources	119
Contexte	120
<i>L'Insurance Code of Conduct</i>	121
<i>Prudential Standards – 2013</i> pour les sociétés d'assurances à long terme et le calcul du capital pour le risque opérationnel.....	122
<i>2013 Prudential Standards – 2013</i> pour les sociétés d'assurances générales et le calcul du capital pour risque opérationnel	123
<i>2013 Prudential Standards</i> pour les groupes d'assurances.....	124
Évaluation du risque de l'assureur commercial	124
<i>Normes pour le MCI</i>	125
Canada	126
Sources	126
Sociétés d'assurances multirisques	126
Sociétés d'assurance-vie	129
Europe et Solvabilité II	130
Sources	130
Contexte et description générale.....	131
Calcul du capital pour risque opérationnel en vertu de Solvabilité II à l'aide de l'approche standard.....	133
Risque opérationnel et commentaires issus de S2-EIQ5	136
Système de gouvernance	137
Phase d'application préliminaire des modèles internes de risque opérationnel	138
Afrique du Sud	138
Sources	138
Contexte et introduction générale	138
Le SCR.....	140
Risque opérationnel et SA QIS3	141
Suisse et test suisse de solvabilité (SST)	142
Sources	142
Contexte et introduction générale	142
Principales caractéristiques du SST.....	143
Le risque opérationnel et le SST	143
États-Unis	144
Principales sources d'information.....	144
Contexte et introduction générale	145
Risques pris en compte dans le calcul du RBC.....	145
Modèles internes	146
Reconnaissance du risque opérationnel dans la réglementation d'assurance des États-Unis.....	146
Autres pays	148
Sources	148
Bésil	148

Japon.....	148
Chine, Hong Kong et Taïwan	149
Corée.....	149
Russie.....	149
Singapour	150

Bibliographie	152
---------------	-----

Annexe A – Ventilation entre lignes de métier selon Bâle II	170
Principes de ventilation entre lignes de métier	171

Annexe B – Classification détaillée des événements générateurs de pertes opérationnelles selon Bâle II	173
--	-----

Annexe C – Classification des sociétés d’assurances (Bermudes)	177
--	-----

ACRONYMES COURANTS

De nombreux acronymes sont utilisés par les organismes de réglementation du secteur des assurances et les organisations actuarielles de partout dans le monde. Cette liste est présentée au début du document de recherche pour faciliter la lecture. Elle ne comprend pas tous les acronymes utilisés dans le document; elle indique ceux qui sont le plus souvent utilisés. De façon générale (mais pas toujours), l'acronyme est mentionné à sa première utilisation dans le texte et non dans l'en-tête d'une section ou dans une liste. Les acronymes figurent en ordre alphabétique et non selon la séquence d'apparition dans le texte. Si l'appellation n'est pas suffisamment évocatrice, un nom de pays est ajouté entre parenthèses.

AAI	Association Actuarielle Internationale
ABI	Association of British Insurers
AEAPP	Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles, anciennement le Comité européen des assurances et des pensions professionnelles (CEAPP)
AIB	Approche indicateur de base dans le cadre de Bâle II
AICA	Association Internationale des Contrôleurs d'Assurances
AMA	Approches de mesure avancées dans le cadre de Bâle II
APRA	Australian Prudential Regulatory Authority
AS	Approche standard (Bâle II)
BMA	Bermuda Monetary Authority
BSIF	Bureau du surintendant des institutions financières (Canada)
CFR	Capital pondéré en fonction des risques (expression utilisée par la NAIC, la MAS et la Corée)
CIRA	Évaluation du risque de l'assureur commercial (titre utilisé par la BMA) (Commercial Insurer Risk Assessment)
CRO	Catégories de risque opérationnel
CSBR	Capital de solvabilité de base requis (expression utilisée pour Solvabilité II et le FSB)
CSRB	Capital de solvabilité requis pour les Bermudes
EIC	Évaluation individuelle du capital (expression utilisée par la Prudential Regulation Authority, Royaume-Uni)
FSA	Financial Services Authority (Royaume-Uni) ¹
FSB	Financial Services Board (Afrique du Sud)
ICA	Institut canadien des actuaires
IFoA	Institute and Faculty of Actuaries

¹ La FSA a été abolie par le gouvernement du Royaume-Uni le 1^{er} avril 2013 et elle a été remplacée par deux organismes de réglementation distincts, Financial Conduct Authority et Prudential Regulation Authority.

MAS	Monetary Authority of Singapore
MCI	Modèle de capital interne (expression utilisée par la BMA)
MCR	Minimum de capital requis (expression utilisée par Solvabilité II)
NAIC	National Association of Insurance Commissioners (États-Unis)
ORIC	Operational Risk Consortium
ORSA	Évaluation interne du risque et de la solvabilité (Own Risk and Solvency Assessment)
ORX	Operational Riskdata eXchange Association
PBA	Principes de base en matière d'assurances, diffusés par l'AICA
PPG	Prudential Practice Guide de l'APRA
PRA	Prudential Regulation Authority (Royaume-Uni)
SCR	Capital de solvabilité requis (expression utilisée par Solvabilité II et par le FSB) (Solvency Capital Requirement)
SST	Test suisse de solvabilité (Swiss Solvency Test)

INTRODUCTION

Les pertes imputables au risque opérationnel sont très apparentes, elles sont incertaines et elles captent l'attention dans les manchettes. Malgré les meilleurs efforts déployés par les sociétés, les pertes importantes au titre du risque opérationnel sont toujours présentes. Ces pertes sont habituellement moins spectaculaires dans le secteur des assurances que dans celui des banques; elles se mesurent en millions de dollars plutôt qu'en milliards, et elles s'appliquent sur une plus longue période. Il est donc pertinent du point de vue économique, et obligatoire sous l'angle de la réglementation, de détenir du capital à l'égard de ce risque.

Pour les sociétés d'assurances canadiennes sous réglementation fédérale, le risque opérationnel est un risque crucial qui doit être traité explicitement dans le cadre d'une évaluation interne du risque et de la solvabilité (dispositif ORSA). Certains organismes provinciaux de réglementation des sociétés d'assurances ont également intégré à leur cadre de surveillance les lignes directrices fédérales ou des directives semblables à l'ORSA. En outre, les sociétés d'assurances constituées sous le régime des lois du Québec doivent tenir compte du risque opérationnel dans le calcul de leur ratio de capital cible.

Des travaux de recherche et des sondages révèlent qu'à l'échelle mondiale, les sociétés d'assurances n'ont pas toujours consacré autant de temps et d'efforts à l'analyse, à la modélisation et à la quantification du risque opérationnel qu'à d'autres types de risque, notamment le risque d'assurances et les risques liés à l'actif. Il existe toutefois une tendance à accorder davantage d'attention, en matière de réglementation, à l'effet potentiel du risque opérationnel sur les institutions financières; par conséquent, les sociétés d'assurances ont récemment commencé à se concentrer sur les répercussions sur les activités des erreurs au niveau opérationnel. Ainsi, des méthodes de modélisation du capital rattaché au risque opérationnel sont mises au point, et des documents qui appuient ces méthodes sont diffusés à plus grand débit que par le passé.

La Commission de gestion des risques et du capital requis (CGRCR) de l'Institut canadien des actuaires (ICA) a diffusé une demande de proposition (DP) à l'automne 2013 en vue de la publication d'un document de recherche sur les méthodes de modélisation du capital pour le risque opérationnel à l'intention des sociétés d'assurances². Les fonds nécessaires à ce projet de recherche proviennent de la Commission de recherche de l'ICA.

Objectifs du document de recherche établis par l'ICA

Dans le cadre de la DP, la Sous-commission du risque opérationnel (SCRO) de la CGRCR a été chargée de superviser la recherche pour le compte de l'ICA. La SCRO a identifié les exigences du document de recherche en établissant trois principaux domaines de concentration de la recherche :

² Dans l'ensemble du présent document, l'expression « société d'assurances » englobe les sociétés d'assurances de personnes et d'assurances IARD. Les sociétés d'assurances IARD sont également désignées « sociétés d'assurances générales » ou « sociétés d'assurances autres que vie », plus particulièrement hors du Canada et des États-Unis (É.-U.). Dans le présent document, à moins d'indication contraire, les sociétés d'assurances se réfèrent aux assureurs et aux réassureurs. De façon générale, le présent document fait référence aux « sociétés d'assurances » plutôt qu'aux « entreprises d'assurances », expression courante utilisée dans la réglementation bancaire et les travaux de recherche se rapportant au risque opérationnel afférent aux banques et aux institutions financières.

- Détermination et classement
 - Préparation d'une liste mutuellement exclusive et collectivement exhaustive des risques opérationnels qui influent sur les sociétés d'assurances;
 - Inclusion des définitions des divers termes et expressions applicables au risque opérationnel (plus particulièrement les définitions utilisées dans différents régimes de réglementation partout dans le monde);
 - Classement des risques opérationnels en risques quantifiables dans un contexte de capital économique et en risques exigeant une autre forme de traitement;
 - Description d'un processus visant à réviser et à mettre à jour la liste des risques opérationnels après la publication du document de recherche, notamment la détermination et le classement des nouveaux risques opérationnels.
- Méthodes de quantification
 - Description de différentes méthodes de quantification du capital lié aux risques opérationnels, y compris les avantages et les inconvénients de chaque approche;
 - Discussion de facteurs de mise en œuvre, notamment les méthodes d'étalonnage des modèles, les méthodes utilisées pour tenir compte de la compensation attribuable à la vigueur des programmes de gestion du risque opérationnel; les rapports et autres considérations;
 - Inclusion d'une bibliographie énonçant les documents de référence diffusés (p. ex. en recherche universitaire, en réglementation, en actuariat, en administration des affaires, de même que des sondages) et utilisés pour préparer le document de recherche;
 - Description d'un processus d'ajout au sommaire des méthodes après la diffusion du document de recherche.
- Confrontation et comparaison
 - Méthodes de quantification existantes et utilisées pour déterminer le capital réglementaire;
 - Nouvelles méthodes de modèle interne³ en matière de quantification du risque opérationnel aux fins du capital, à l'exception du capital réglementaire.

Structure du document de recherche

Pour atteindre les objectifs de l'ICA, le présent document de recherche comprend les sections et sous-sections suivantes :

- Introduction
- Définition de la terminologie de base du risque opérationnel :
 - Comité de Bâle sur le contrôle bancaire;

³ L'expression « modèle interne » est utilisée dans le présent document de recherche en référence à un modèle de capital économique, également connu sous l'appellation « modèle du capital interne ».

- Association Internationale des Contrôleurs d'Assurances;
- Canada – Bureau du surintendant des institutions financières;
- Europe – Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles;
- Australie – Australian Prudential Regulation Authority;
- Bermudes – Bermuda Monetary Authority;
- États-Unis (É.-U.) – National Association of Insurance Commissioners;
- Limites entre le risque opérationnel et les autres catégories de risques.
- Classification des risques opérationnels :
 - Bâle II;
 - Institute and Faculty of Actuaries;
 - Australian Prudential Regulatory Authority;
 - Consortium du risque opérationnel;
 - Operational Riskdata eXchange Association.
- Méthodes de quantification
- Régimes de réglementation :
 - Bâle II;
 - Australie;
 - Bermudes;
 - Canada;
 - Europe (Solvabilité II);
 - Afrique du Sud;
 - É.-U.;
 - Autres pays.
- Prochaines étapes
- Bibliographie
- Annexes

Méthodes de recherche

Pour exécuter ce mandat de recherche, nous avons commencé par grouper de nombreux documents sur le risque opérationnel préparés par KPMG à l'échelle mondiale. Nous avons ensuite trouvé d'autres documents et ouvrages importants en procédant à une recherche intensive sur Internet. Nous avons adressé des courriels à des actuaires de sociétés actuarielles professionnelles dans les pays suivants :

- l’Australie;
- l’Irlande;
- l’Afrique du Sud;
- le Royaume-Uni (R.-U.);
- les États-Unis.

En outre, nous avons communiqué (par courriel et au téléphone) avec des actuaires de l’Association Actuarielle Internationale (AAI) œuvrant dans le domaine du risque opérationnel. Nous avons rejoint les représentants d’organismes du secteur des assurances et de réglementation des assurances au Canada et aux États-Unis, et de l’Association Internationale des Contrôleurs d’Assurances (AICA).

Nous adressons des remerciements spéciaux aux personnes ci-dessous, qui ont donné de leur temps et qui ont fourni les liens vers les précieux documents qu’ils ont préparés ou que leurs organisations ont élaborés au sujet du risque opérationnel :

- Peter Boller et Dave Sandberg, du Comité de la réglementation de l’AAI;
- Joshua Corrigan, de l’Actuaries Institute Risk Management Practice Committee, en Australie;
- Lou Felice, de la National Association of Insurance Commissioners, aux États-Unis;
- Yvonne Lynch et Eamonn Phelan, de la Society of Actuaries, en Irlande;
- Sarah Mathieson, Kevin McIver et Patrick Kelliher, de l’Institute and Faculty of Actuaries;
- l’Operational Riskdata eXchange Association, pour le partage du Rapport sur le risque opérationnel d’ORX, et d’autres renseignements au sujet de sa méthode de classement des risques.

À propos de l’orthographe et des citations utilisées dans le document de recherche

Il existe différentes pratiques en vigueur dans les principaux pays anglophones au chapitre de l’orthographe. Nous vous présentons ici un résumé des exigences de réglementation relatives au risque opérationnel et des méthodes de quantification de ce risque partout dans le monde. Pour décrire les exigences d’un régime de réglementation particulier, notamment Bâle II ou Solvabilité II, l’orthographe appliquée par l’organisme de réglementation est utilisée dans le présent document. Dans toutes les citations, l’orthographe et la ponctuation proviennent directement de la source originale. En cas d’imprécision, les acronymes contenus dans les documents cités sont définis entre crochets.

Méthode d’examen et de mise à jour de la recherche sur le risque opérationnel

Nous nous attendons que les principales organisations actuarielles du monde entier continuent de maintenir un leadership éclairé au sujet du risque opérationnel pour le compte de sociétés d’assurances. Le moyen le plus efficace de partager les résultats de ces travaux consisterait à établir des tribunes pour maintenir la communication dans le domaine de la modélisation du capital économique en général, et dans celui du risque opérationnel de façon plus particulière. Les tribunes actuarielles pourraient utiliser des courriels, des conférences téléphoniques, la technologie du Web et des colloques pour partager non seulement les résultats des travaux de recherche achevés, mais également les plans et priorités au titre des activités

futures. Idéalement, les organisations actuarielles collaboreraient pour faire fructifier leurs efforts respectifs et ne pas reprendre les travaux déjà effectués.

LA TERMINOLOGIE DE BASE DU RISQUE OPÉRATIONNEL

La présente section renferme la définition des principaux termes et expressions du domaine du risque opérationnel provenant des organisations suivantes :

- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire;
- Association Internationale des Contrôleurs d'Assurances;
- Canada – Bureau du surintendant des institutions financières;
- Europe – Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles;
- Australie – Australian Prudential Regulation Authority;
- Bermudes – Bermuda Monetary Authority;
- Afrique du Sud – Financial Services Board;
- États-Unis (É.-U.) – National Association of Insurance Commissioners.

Les définitions officielles adoptées par toutes ces organisations sont essentiellement les mêmes et elles reposent sur la définition énoncée au départ pour la réglementation des banques internationales. Dans *Copulae and Operational Risks*, Dalla Valle et coll. donnent la définition qui suit du risque opérationnel :

[traduction] « Une définition plus précise des risques opérationnels comprend les pertes directes ou indirectes engendrées par l'insuffisance ou le mauvais fonctionnement des procédures, des ressources humaines et des systèmes internes, ou par des événements extérieurs. Au fond, il s'agit dans tous les cas de pertes imputables à des erreurs humaines, à des problèmes techniques ou de procédure, ou à d'autres causes non reliées au comportement des opérateurs des marchés financiers ou à des événements survenus sur les marchés⁴. »

Une analyse portant sur l'importance de la détermination des limites entre le risque opérationnel et d'autres catégories de risque figure à la fin de la présente section.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire

Le site Web de la Banque des règlements internationaux décrit en ces termes le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire (Comité de Bâle) :

« Principal organisme chargé d'élaborer des normes de portée mondiale aux fins de la réglementation prudentielle bancaire, le CBCB [Comité de Bâle sur le contrôle bancaire] offre un cadre de coopération sur les questions liées au contrôle bancaire. Il a pour mandat de

⁴ Dalla Valle, L., Fantazzini, D. et P.Giudici, « Copulae and Operational Risks », dans *International Journal of Risk Assessment and Management*, vol. 9, n° 3, 2008.
http://economia.unipv.it/pagp/pagine_personali/dean/FDG_final%20copula%20operational%20risk.pdf.

renforcer la réglementation, le contrôle et les pratiques des banques à travers le monde en vue d'améliorer la stabilité financière.⁵ »

En mettant en œuvre Bâle II, le Comité de Bâle a tenté d'en venir à la convergence des règlements sur la surveillance qui régissent la suffisance du capital des banques actives à l'échelle internationale.

La section V.A.644 de Bâle II définit ainsi le risque opérationnel :

Le risque opérationnel se définit comme le risque de pertes résultant de carences ou de défauts attribuables à des procédures, personnels et systèmes internes ou à des événements extérieurs. La définition inclut le risque juridique, mais exclut les risques stratégique et de réputation⁶.

Le risque juridique est également défini dans Bâle II :

Le risque juridique inclut, entre autres, l'exposition à des amendes, pénalités et dommages pour faute résultant de l'exercice de surveillance prudentielle ainsi que de transactions privées⁷.

Même si les définitions du risque opérationnel et du risque juridique formulées par le Comité de Bâle ont été préparées pour le secteur bancaire, elles sont également importantes pour le secteur des assurances. Les règlements régissant les assurances dans le monde entier utilisent essentiellement les mêmes définitions.

Trois méthodes de mesure pour les banques en vertu de Bâle II

Bâle II précise trois méthodes que les banques peuvent utiliser pour calculer les charges de capital liées au risque opérationnel. Ces méthodes représentent un continuum de complexité croissante et de sensibilité au risque, et elles comprennent : « i) approche indicateur de base; ii) approche standard; iii) approches de mesures avancées (AMA)⁸. » Ces trois méthodes sont décrites plus en détail à la section *Régimes de réglementation* du présent document.

⁵ http://www.bis.org/bcbs/charter_fr.pdf, document consulté le 1^{er} octobre 2014.

⁶ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 644. <https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

⁷ Ibid. Le risque juridique peut par ailleurs être défini ainsi : [traduction] « Le risque juridique représente le risque de perte découlant de l'exposition : 1) à la non-conformité aux obligations réglementaires et(ou) légales, et(ou) 2) à une erreur d'interprétation et(ou) d'application de dispositions contractuelles, y compris l'exposition à de nouvelles lois, de même qu'aux changements d'interprétation de lois existantes par les autorités compétentes, au-delà des pouvoirs énoncés au contrat. ». La source de cette description est l'ORX Association, "Operational Risk Reporting Standards (ORRS) – Édition 2011", revu le 12 juillet 2012, par. 3.1.2.

⁸ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 645. <https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

Les définitions générales du Comité de Bâle au sujet du risque opérationnel

Le document intitulé *Operational Risk– Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches* (désigné *Lignes directrices de Bâle pour les AMA*), diffusé par le Comité de Bâle en juillet 2011, renferme un glossaire qui décline les termes et expressions suivants au sujet du risque opérationnel.

Bâle II – Les expressions « Dispositif de Bâle II » et « Bâle II », toutes deux utilisées dans le présent rapport, ont trait au document du Comité de Bâle intitulé *Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé* (juin 2006).

Cadre de gestion du risque opérationnel (CGRO) – Le CGRO se compose des éléments suivants de l'établissement :

- (a) risque, structure organisationnelle et structure de gouvernance;
- (b) politiques, procédures et processus;
- (c) systèmes utilisés par l'établissement pour identifier, mesurer, surveiller et atténuer le risque opérationnel;
- (d) système de mesure du risque opérationnel.

Capital pour risque opérationnel – À moins d'indication expressément contraire, cette expression porte sur les exigences de capital pour les AMA en vertu du pilier 1 de Bâle II, comme il est précisé au paragraphe 655 du Dispositif de Bâle II.

Catégorie de risque opérationnel (CRO) – Une catégorie de risque opérationnel (CRO) ou unité de mesure représente le niveau (par exemple, l'unité organisationnelle, le type d'événement de perte opérationnelle, la catégorie de risque, etc.) auquel le modèle de quantification de l'établissement produit une distribution distincte aux fins de l'évaluation des pertes opérationnelles éventuelles. Cette expression identifie une catégorie de risque opérationnel qui est homogène au plan des risques couverts et des données disponibles pour analyser ces risques.

Fonction gestion du risque opérationnel (FGRO) – Cette expression désigne la fonction gestion du risque opérationnel indépendante, responsable de la conception et de la mise en œuvre du dispositif de gestion du risque opérationnel de l'établissement, comme il est indiqué au paragraphe 666(a) du Dispositif de Bâle II.

Propension à prendre des risques et tolérance au risque – La « propension à prendre des risques » constitue un calcul de haut niveau au sujet des risques qu'une entreprise est disposée à prendre, compte tenu des facteurs de risque et de rendement; elle est souvent considérée comme un point de vue prospectif de l'acceptation des risques. La « tolérance au risque » est un calcul encore plus précis du niveau de variation des risques qu'un établissement est disposé à accepter en fonction de ses objectifs; elle correspond souvent au

montant de risques qu'un établissement est disposé à accepter. Dans le présent document, ces deux termes sont utilisés comme synonymes⁹.

Système de mesure du risque opérationnel (SMRO) – Le SMRO d'un établissement se compose des systèmes et données utilisés pour mesurer le risque opérationnel afin d'évaluer les exigences de capital liées au risque opérationnel. La figure 1 de la section *Gouvernance* du présent document illustre le rapport entre le CGRO et le SMRO.

Définition de la perte brute imputable au risque opérationnel

Une constatation clé dans le document intitulé *Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)*, diffusé par le Comité de Bâle en juillet 2009, indiquait que l'absence de définition des expressions « pertes brutes » et « recouvrements » dans le texte de Bâle II pourrait entraîner des écarts vraisemblablement importants au chapitre du calcul du capital de la part des établissements¹⁰. Le Comité de Bâle a déclaré : [traduction] « La gamme de pratique est vaste, plus particulièrement en ce qui concerne la façon dont les établissements assujettis aux AMA utilisent les « pertes nettes » (pertes brutes réduites des recouvrement non liés à l'assurance) pour la quantification du risque. »¹¹

Par conséquent, le Comité de Bâle a défini l'expression « perte brute » dans le document diffusé en juin 2011 et intitulé *Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches*.

Définition de perte brute

[traduction] « 21. Une perte imputable au risque opérationnel ne peut se produire qu'à partir d'un événement à risque opérationnel. La portée d'une telle perte est fonction du type d'événement, qu'il influe ou non sur l'état financier, à inclure dans la base de données sur le risque opérationnel, et du but de son inclusion (p. ex. pour la gestion et(ou) la mesure).

22. Une perte brute est calculée avant tout type de recouvrement. Par définition, une perte nette est établie après la prise en compte de l'effet du recouvrement. Un recouvrement est une occurrence indépendante liée à l'événement de perte initial, elle en est dissociée dans le temps, duquel des fonds ou flux externes des avantages économiques sont obtenus de tiers. Pour un événement à risque opérationnel, un établissement devrait être en mesure d'identifier la perte brute, les recouvrements et les recouvrements en assurance¹². »

Les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA* renferment également des détails sur les éléments qui devraient être inclus dans le calcul de la perte brute, ou en être exclus.

⁹ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, pp. 54-55. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

¹⁰ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA) », Banque des règlements internationaux, juillet 2009, p. 6. <https://www.bis.org/publ/bcbs160b.pdf>.

¹¹ Ibid.

¹² Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 6. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

Association Internationale des Contrôleurs d'Assurances

L'Association Internationale des Contrôleurs d'Assurances (AICA) a été créée en 1994. Cette organisation est un regroupement volontaire des contrôleurs d'assurances et organismes de réglementation de plus de 200 instances regroupées dans (près de) 140 pays¹³. L'AICA compte plus de 130 observateurs, notamment des institutions internationales, des associations professionnelles, des sociétés d'assurances, des experts-conseils et d'autres professionnels qui participent à ses activités. Elle est chargée d'établir les normes de réglementation internationales pour le secteur des assurances. En outre, l'AICA élabore et facilite la mise en œuvre de principes et autres consignes de surveillance de ce même secteur¹⁴.

Le glossaire de l'AICA définit ainsi le risque opérationnel : [traduction] « risque découlant de la défaillance ou de l'inadéquation de systèmes internes, du personnel, des procédures ou des contrôles et entraînant une perte financière. Le risque opérationnel comprend également le risque de garde¹⁵. » À l'instar du Comité de Bâle, l'AICA exclut les risques stratégique et d'atteinte à la réputation de sa définition du risque opérationnel¹⁶.

Partout dans le monde, les organismes de réglementation dans le secteur des assurances réévaluent leurs cadres actuels de réglementation des assurances, dans la foulée des mesures adoptées par l'AICA, plus particulièrement à la suite de la publication des principes de base en matière d'assurances (PBA). Dans l'introduction du document intitulé *Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology*, (1 October 2011, including amendments 12 October 2012 and 19 October 2013) (désigné PBA d'octobre 2013), l'AICA décrit les PBA et la hiérarchie des énoncés, normes et directives les concernant.

[traduction] « Les *principes de base en matière d'assurances* (PBA) représentent un cadre accepté à l'échelle mondiale aux fins de la surveillance du secteur des assurances. La structure du document sur les PBA suit une hiérarchie de documents relatifs à la surveillance. Les énoncés des PBA constituent le niveau le plus élevé de la hiérarchie et ils prescrivent les éléments essentiels que doit renfermer le régime de surveillance pour promouvoir un secteur des assurances viable sur le plan financier et qui offre un niveau de protection adéquat aux titulaires de polices. Les normes occupent le second rang de la hiérarchie et elles sont reliées aux énoncés des PBA. Elles établissent les exigences principales de niveau élevé, éléments essentiels à la mise en œuvre de l'énoncé des PBA et elles doivent être respectées pour que l'autorité de contrôle atteste de l'observation du PBA visé. Les directives constituent le niveau le plus bas de la hiérarchie et elles appuient habituellement l'énoncé du PBA ou les normes. Elles présentent des détails sur la façon d'appliquer l'énoncé d'un PBA ou une norme. Les directives n'imposent pas de nouvelles exigences, mais elles décrivent ce que l'on entend par l'énoncé du PBA ou la norme et, lorsque c'est possible, elles donnent des exemples de moyens à prendre pour appliquer les exigences¹⁷. »

¹³ <http://www.iaisweb.org/About-the-IAIS-28>, consulté le 6 janvier 2014.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ IAIS Glossary, consulté le 6 janvier 2014, <http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&vSearchLetter=o###>.

¹⁶ IAIS. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », 1^{er} octobre 2011, y compris des modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013, par. 16.1.13 et 17.7.5, consulté le 27 février 2014, <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

¹⁷ Ibid., par. 6.

Canada – Bureau du surintendant des institutions financières

Créé en 1987 à titre d'organisme indépendant du gouvernement du Canada, le Bureau du surintendant des institutions financières (BSIF) « [...] surveille et régleme les banques et les sociétés d'assurances, les sociétés de fiducie et de prêt, ainsi que les régimes de retraite privés de compétence fédérale¹⁸. » Le BSIF définit le risque opérationnel et le risque juridique exactement de la même manière que Bâle II dans le *Document de travail sur les modifications proposées par le BSIF au cadre de capital réglementaire des sociétés d'assurances multirisques fédérales*.

Le BSIF élargit sa description du risque opérationnel à l'*Annexe A – Catégories et cotes des risques inhérents* de la version revue de son Cadre de surveillance :

Le risque opérationnel est lié aux problèmes éventuels qui pourraient découler de processus internes, de ressources humaines et de systèmes inadéquats ou défectueux, ou encore d'événements externes. Il comprend le risque juridique, c.-à-d. les poursuites judiciaires éventuellement défavorables. L'exposition au risque opérationnel peut résulter des opérations courantes normales (p. ex., défaillance ou interruption du traitement des transactions, fraude, sécurité matérielle, recyclage des produits de la criminalité et financement d'activités terroristes, sécurité des données et de l'information, systèmes de technologie de l'information, modélisation, impartition, etc.) ou d'un événement particulier imprévu (p. ex., un litige à la Enron, l'interprétation que fait un tribunal d'une responsabilité contractuelle, une catastrophe naturelle, la perte d'une personne jouant un rôle clé, etc.)¹⁹.

Europe – Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles

L'Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles (AEAPP)²⁰, qui fait partie du Système européen de surveillance financière, est un organisme consultatif indépendant auprès du Parlement européen, du Conseil de l'Union européenne et de la Commission européenne. [traduction] « Les principales attributions de l'AEAPP consistent à appuyer la stabilité du système financier, la transparence des marchés et des produits financiers, de même que la protection des titulaires de polices d'assurances, des participants à des régimes de retraite et de leurs bénéficiaires²¹. »

Solvabilité II, d'abord adoptée par le Conseil de l'Union européenne et par le Parlement européen en novembre 2009, est une importante initiative réglementaire applicable aux sociétés d'assurances actives au sein de l'Union européenne. La section Régimes de réglementation du présent document renferme une description détaillée de Solvabilité II.

Dans le présent document de recherche, le texte de la *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*

¹⁸ <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/Pages/default.aspx>, page consultée le 16 janvier 2014.

¹⁹ BSIF. « Cadre de surveillance », <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/fi-if/rai-eri/sp-ps/Pages/sff.aspx>, 10 décembre 2010, p. 12, page consultée le 27 février 2014.

²⁰ L'AEAPP était anciennement connue sous l'appellation Comité européen des assurances et des pensions professionnelles (CEAPP).

²¹ <https://eiopa.europa.eu/>, page consultée le 1^{er} janvier 2014. (version anglaise seulement)

est désigné *Directive sur Solvabilité II*. Au paragraphe 33 de l'article 13 – Définitions de la *Directive sur Solvabilité II*, le risque opérationnel est défini de façon semblable à Bâle II.

Le risque de perte résultant de procédures internes, de membres du personnel ou de systèmes inadéquats ou défaillants, ou d'événements extérieurs²².

Dans le contexte de Solvabilité II, le risque opérationnel [traduction] « comprend le risque juridique, mais non les risques découlant de décisions stratégiques, de même que le risque d'atteinte à la réputation²³. »

Australie – Australian Prudential Regulation Authority

Mise sur pied en 1998, l'Australian Prudential Regulation Authority (APRA) [traduction] « est l'organisme de réglementation prudentielle du secteur des services financiers de l'Australie. Elle supervise les banques, les coopératives de crédit, les sociétés du secteur de la construction, les sociétés d'assurances et de réassurance IARD, les sociétés d'assurance-vie, les sociétés de secours mutuels et la plupart des membres du secteur des pensions de retraite²⁴. »

Dans le Prudential Practice Guide (PPG) *GPG 230 Operational Risk* (février 2006), l'APRA définit ainsi le risque opérationnel appliqué aux sociétés d'assurances générales :

[traduction] « Le risque opérationnel représente le risque de perte financière découlant de la défaillance ou de l'inadéquation de processus internes, du personnel et des systèmes, ou d'événements extérieurs. Une société d'assurances peut définir le risque opérationnel en fonction de sa taille, de la gamme de ses activités et de leur complexité, de même que du contexte opérationnel. L'APRA estime que cette définition du risque opérationnel doit être parfaitement comprise dans l'ensemble de la société d'assurances pour que celle-ci puisse identifier et gérer efficacement ce risque²⁵. »

La définition est semblable pour les sociétés d'assurance-vie et elle est énoncée dans le document *PPG LPG 230 Operational Risk* (mars 2007).

[traduction] « Le risque opérationnel représente le risque de perte (y compris pour les titulaires de polices) résultant de la défaillance ou de l'inadéquation de processus internes, du personnel et des systèmes, ou d'événements extérieurs. Cette définition englobe le risque juridique, mais non le risque stratégique et le risque d'atteinte à la réputation. Une société d'assurance-vie applique habituellement cette définition en fonction de sa taille, de la gamme de ses activités et de leur complexité, de même que du contexte opérationnel. L'APRA

²² Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. « Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (Solvabilité II) », *Journal officiel de l'Union européenne*, novembre 2009, paragraphe 33 de l'article 13. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:335:0001:0155:FR:PDF>.

²³ CEAPP. « CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula » – Article 111 (f) Operational Risk, CEIOPS-Doc-45/09, octobre 2009, p. 4.

https://www.ceiops.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/consultationpapers/CP53/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-operational-risk.pdf.

²⁴ <http://www.apra.gov.au/Pages/default.aspx>, page consultée le 6 janvier 2014.

²⁵ APRA. « Prudential Practice Guide - GPG 230 – Operational Risk », février 2006, par. 1.

<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-GPG-230-Operational-Risk.pdf>.

estime que cette définition du risque opérationnel et son application doivent être parfaitement comprises dans l'ensemble de la société d'assurance-vie pour que celle-ci puisse déterminer et gérer efficacement ce risque²⁶. »

Bermudes – Bermuda Monetary Authority

Créée en vertu de la Bermuda Monetary Authority Act 1969, la Bermuda Monetary Authority (BMA) surveille, réglemente et inspecte les institutions financières actives à l'intérieur ou à partir des Bermudes. La BMA élabore des règlements financiers axés sur les risques aux fins de la surveillance des banques, des sociétés de fiducie, des entreprises de placement et des sociétés d'assurances des Bermudes²⁷.

On trouvera des définitions du risque opérationnel dans le document intitulé *Insurance (Prudential Standards) (Class C, Class D and Class E Solvency Requirement) Rules 2011*, de même que dans *Guidance Note #17 Commercial Insurer Risk Assessment November 2008* (Note d'orientation de CIRA), qui s'applique aux sociétés d'assurances de catégorie 4²⁸. Les définitions ne diffèrent que très peu :

[traduction] « Normes prudentielles : « Risque opérationnel » est le risque de perte découlant de la défaillance ou de l'inadéquation de processus internes, du personnel et des systèmes, ou d'événements extérieurs, y compris le risque juridique²⁹.

Note d'orientation de CIRA : Risque de perte découlant de la défaillance et(ou) de l'inadéquation de processus internes, du personnel et des systèmes, et(ou) d'événements extérieurs. Le risque opérationnel comprend également le risque juridique. Le risque d'atteinte à la réputation imputable à des décisions stratégiques n'est pas pris en compte dans les risques opérationnels³⁰. »

Il est intéressant de noter que la BMA présente séparément les risques stratégique, juridique, d'atteinte à la réputation et de litige, hors du risque opérationnel, dans son *Insurance Code of Conduct*. Si les risques stratégique et d'atteinte à la réputation sont exclus du risque opérationnel dans la plupart des autres régimes de réglementation, le risque juridique est habituellement inclus dans le risque opérationnel.

²⁶ APRA. « Prudential Practice Guide - LPG 230 – Operational Risk », mars 2007: par. 1.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-LPG-230-Operational-Risk.pdf>.

²⁷ <http://www.bma.bm/AboutUs/SitePages/Introduction%20to%20the%20BMA.aspx>, page consultée le 10 janvier 2014.

²⁸ Les prochaines sections du présent document décrivent le système de réglementation et de classification appliqué aux sociétés d'assurances actives aux Bermudes.

²⁹ BMA. « Insurance (Prudential Standards) (Class C, Class D and Class E Solvency Requirement) Rules 2011 », p. 4.

[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Rules%202011.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Rules%202011.pdf).

³⁰ BMA. « Guidance Note #17 Commercial Insurer Risk Assessment », novembre 2008, par. 7.

<http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20No.%2017%20-%20Commercial%20Insurer%20Risk%20Assessment.pdf>.

Une note de bas de page renferme un lien vers la Note d'orientation intitulée *CEIOPS-DOC-23/01:QIS4 Technical Specifications*, ou sa définition.

Afrique du Sud – Financial Services Board

Le Financial Services Board de l'Afrique du Sud (FSB) a été constitué en 1991 à titre d'organisme indépendant [traduction] « pour surveiller le secteur des services financiers non bancaires de l'Afrique du Sud³¹. » Le FSB a pour mission de promouvoir la stabilité financière des institutions financières, de même que la stabilité systémique du secteur des services financiers. Dans le document intitulé *Solvency and Assessment Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications*, le FSB décrit le risque opérationnel exactement de la même façon que Bâle II.

États-Unis – National Association of Insurance Commissioners

La National Association of Insurance Commissioners (NAIC) [traduction] « représente l'organisme américain de normalisation et de soutien de la réglementation créé et régi par les chefs des autorités de contrôle des assurances des 50 États, du District de Columbia et des cinq territoires des États-Unis³². » Dans le document intitulé *The Increasing Importance of Sound Operational Risk Management*, Felice et Hall décrivent ainsi le risque opérationnel :

[traduction] « Il s'agit du risque qui découle de la défaillance ou de l'inadéquation de la gestion de risques autrement quantifiables, et d'événements externes imprévus qui peuvent influencer sur une société d'assurances. Le risque opérationnel existe probablement dans toutes les activités d'une entreprise; il englobe une vaste gamme d'événements et d'actions ou absences d'action, notamment la fraude, l'erreur humaine, les erreurs comptables, les actions en justice et les pannes de système. Bon nombre de ces problèmes surviennent dans le cadre des activités courantes et sont habituellement réglés sans ou peu d'incidents³³. »

Felice et Hall indiquent que la définition du risque opérationnel utilisée par le Comité de Bâle pour les banques ne convient pas aux sociétés d'assurances en raison des différences entre les modèles opérationnels appliqués aux banques et ceux visant les sociétés d'assurances. Ils estiment que les caractéristiques et les sources de risque opérationnel sont différentes :

[traduction] « Les banques exercent une activité d'emprunt et de prêt, tandis que les sociétés d'assurances prennent des risques et gèrent des risques assurables. Les services bancaires et de placement représentent des opérations appuyées par un financement à court terme sur les marchés financiers, tandis que l'activité de la société d'assurances ne repose pas sur des opérations. Les sociétés d'assurances garantissent des risques au moyen de la réassurance³⁴. »

³¹ <https://www.fsb.co.za/aboutUs/Pages/default.aspx>, page consultée le 18 janvier 2014.

³² http://www.naic.org/index_about.htm, page consultée le 6 janvier 2014.

³³ Felice, L., et S. Hall. « The Increasing Importance of Sound Operational Risk Management », *CIPR newsletter*, National Association of Insurance Commissioners et Center for Insurance Policy and Research, octobre 2013, p. 3. http://www.naic.org/cipr_newsletter_archive/vol9_op_risk_management.pdf.

³⁴ Ibid., p. 4, avec référence à M. Acharyya. « Why the current practice of operational risk management in insurance is fundamentally flawed – evidence from the field », dans *The Business School*, Bournemouth University, Royaume-Uni.

Limites entre le risque opérationnel et les autres catégories de risque

Dans *Operational Risk Reporting Standards 2011*, l'Operational Riskdata eXchange Association (ORX)³⁵ fait remarquer que la définition de risque opérationnel comporte un libellé général qui pourrait déboucher sur une interprétation trop vaste. Une interprétation excessivement large pourrait poser problème pour des événements comportant des caractéristiques du risque opérationnel et qui sont déjà prises en compte dans les exigences de capital associées à d'autres types de risque (p. ex. risque de crédit, de marché, d'assurance). Pour les sociétés d'assurances générales, un exemple d'éventuel double comptage du risque pourrait porter sur le risque d'assurances; il pourrait comprendre un élément de fraude au règlement (détecté ou non détecté). La fraude pourrait être intégrée dans les ratios de sinistre utilisés pour quantifier le risque de souscription et(ou) les modèles de matérialisation des sinistres servant à quantifier le risque de réserve. Les exigences de capital pour garantir la solvabilité du risque opérationnel se concentrent de façon générale sur les événements de fraude grave à faible fréquence. Il est néanmoins important de noter qu'il peut exister une certaine forme de double comptage, ce qui dénote une approche prudente en matière de quantification globale des exigences de capital. L'accent pourrait être placé sur des mesures de gestion pertinentes visant à réduire le risque pour ces événements limites au chapitre des risques.

Un objectif important de la quantification d'une charge de capital associée au risque opérationnel consiste à éviter le double comptage avec d'autres catégories de risque. Pour faciliter la différenciation du risque opérationnel et d'autres risques, la présente section établit des définitions des principales catégories de risques suivantes :

- Risque de crédit;
- Risque de marché;
- Risque de liquidité;
- Risque technique (risque d'assurance);
- Risque stratégique;
- Risque d'entreprise;
- Risque de projet;
- Risque d'atteinte à la réputation.

Le résumé du document de travail intitulé *A Common risk classification system for the actuarial profession – A discussion paper* (Kelliher et coll.) préparé pour l'Institute and Faculty of Actuaries (IFoA) indique que :

[traduction] « La terminologie du risque varie d'une organisation à l'autre, et les actuaires des diverses organisations peuvent utiliser des termes différents pour désigner le même risque, ou utiliser la même nomenclature pour des risques tout à fait différents. Le présent document présente un système de classification mis au point par le Groupe de travail de la profession sur la classification des risques (Risk Classification Working Party for the Profession) et qui peut être utilisé comme référence commune aux fins de la discussion sur les risques. Les actuaires ne seraient pas tenus d'utiliser ce système, mais nous espérons qu'une

³⁵ ORX est décrite à la prochaine section du présent document.

terminologie commune réduira la possibilité de confusion dans le cadre de la discussion des risques³⁶. »

Dans le présent document de recherche, les définitions du risque de crédit, de marché, de liquidité et du risque technique proviennent du glossaire des termes d'assurances de l'AICA et du document de travail du Groupe de travail sur la classification des risques (également désigné Groupe de travail de l'IFoA). Les définitions du risque stratégique et des risques d'entreprise, de projet et d'atteinte à la réputation sont tirées du document de l'ORX intitulé *Operational Risk Reporting Standards 2011*. Le Groupe de travail de l'IFoA a également établi une définition du risque de stratégie qui est comprise dans l'analyse qui suit. Enfin, sont également présentées des descriptions du risque frictionnel et du risque d'agrégation et de diversification.

Risque de crédit, de marché, de liquidité et risques techniques

Risque de crédit

Le glossaire de l'AICA renferme la définition suivante du risque de crédit :

[traduction] « Le risque de perte financière découlant du défaut ou des mouvements de l'attribution d'une cote de crédit aux émetteurs de valeurs mobilières (dans le portefeuille de placement de la société d'assurances), aux débiteurs (p. ex. les débiteurs hypothécaires), ou aux contreparties (p. ex. sur contrats de réassurance, contrats d'instruments dérivés ou dépôts) et intermédiaires, envers lesquels la société a une exposition. Le risque de crédit englobe le risque de défaut, le risque de décote ou de migration, le risque indirect de crédit ou d'écart de taux, le risque de concentration et le risque de corrélation. Les sources du risque de crédit sont les contreparties de placement, les titulaires de police (sous forme de primes à recouvrer), les réassureurs, les intermédiaires et les contreparties d'instruments dérivés³⁷. »

Le risque de crédit peut également être décrit de la manière suivante :

[traduction] « Le risque de perte auquel s'expose une entreprise si une contrepartie ne respecte pas ses obligations contractuelles (notamment si elle ne remplit pas ses obligations en temps utile), y compris les pertes découlant de décotes et d'autres modifications défavorables en raison de la possibilité de défaut de la contrepartie³⁸. »

Risque de marché

Le glossaire de l'AICA renferme la définition suivante du risque de marché :

³⁶ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 1.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

³⁷ IAIS Glossary, page consultée le 6 janvier 2014, <http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&vSearchLetter=c##>.

³⁸ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 4,

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

[traduction] « Risque lié à la situation financière d'une société d'assurances découlant des mouvements du niveau ou de la volatilité des prix du marché des actifs, des passifs et des instruments financiers, que ce soit pour tous les placements (risque de marché général) ou pour un placement en particulier (risque de marché spécifique)³⁹. »

Risque de liquidité

Le glossaire de l'AICA renferme la définition suivante du risque de liquidité :

[traduction] « Risque qu'une société d'assurances soit incapable de réaliser rapidement ses placements et d'autres actifs de manière à régler ses obligations financières lorsqu'elles viennent à échéance⁴⁰. »

Le risque de liquidité peut également être défini comme suit :

[traduction] « Risque qu'une entreprise, même solvable, ne dispose pas des ressources financières suffisantes pour respecter ses obligations à leur échéance ou ne puisse obtenir ces ressources qu'à un coût excessif⁴¹. »

Risques techniques (risque d'assurance)

Le glossaire de l'AICA renferme la définition suivante des risques techniques :

[traduction] « Ces risques représentent les divers types de risque qui sont associés directement ou indirectement aux bases de calcul technique ou actuariel des primes et aux provisions techniques dans les secteurs de l'assurance-vie et autres que vie, de même que les risques liés aux frais d'exploitation et à la croissance excessive et non coordonnée. Les risques techniques découlent directement de la branche d'assurances visée. Ils diffèrent selon la catégorie d'assurances. Les risques techniques sont en partie imputables à des facteurs ne relevant pas du secteur d'activité de la société d'assurances, et celle-ci a souvent peu d'emprise sur ces facteurs. S'ils se concrétisent, ces risques feront en sorte que la société d'assurances ne pourra plus respecter ses obligations garanties en utilisant les fonds établis à cette fin, parce que la fréquence des sinistres, leur montant ou les frais d'administration et de règlement sont plus élevés que prévu. [expression équivalente : risque d'assurance]⁴² »

Les risques techniques peuvent également être désignés risque d'assurance et risque démographique⁴³.

³⁹ IAIS Glossary, page consultée le 6 janvier 2014, <http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&vSearchLetter=m##>.

⁴⁰ IAIS Glossary, page consultée le 6 janvier 2014, <http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&vSearchLetter=l##>.

⁴¹ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 5.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

⁴² IAIS Glossary, page consultée le 6 janvier 2014, <http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&requesttimeout=500>.

⁴³ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 4.

Risque stratégique, risque d'entreprise, de projet et d'atteinte à la réputation

Définitions d'ORX

ORX établit les définitions suivantes des risques stratégique, d'entreprise, de projet et d'atteinte à la réputation.

[traduction] « Le risque stratégique représente les effets négatifs qu'ont sur le capital et les gains les décisions stratégiques des entreprises, l'évolution de la conjoncture économique, la mise en œuvre erronée ou insuffisante des décisions ou l'incapacité de s'adapter à l'évolution de la conjoncture économique.

Le risque d'entreprise est lié à une baisse éventuelle de volumes ou d'effritement des marges sans possibilité de compensation de la diminution des revenus par une baisse des coûts. Le risque d'entreprise englobe le risque d'atteinte aux gains futurs, aux distributions de dividendes et au cours des actions de l'entreprise.

Le risque de projet s'entend du risque qu'un projet ne donne pas accès aux fonctions convenues et(ou) qu'il soit achevé en respectant l'enveloppe budgétaire et(ou) qu'il soit exécuté dans les délais impartis.

Le risque d'atteinte à la réputation se définit comme le préjudice causé à la réputation de l'entreprise auprès de tiers de l'extérieur, notamment des contreparties, des clients, le groupe d'actionnaires, les administrations publiques et les organismes de réglementation⁴⁴. »

Définitions du Groupe de travail sur la classification des risques (IFoA)

Le Groupe de travail de l'IFoA a établi une catégorie distincte de risque de stratégie portant sur [traduction] « les menaces de la réalisation de l'écart d'acquisition d'une entreprise par rapport aux nouvelles activités futures, de même qu'aux nouveaux projets/initiatives futurs⁴⁵. » Le risque de stratégie est interprété de façon générale par le Groupe de travail et il comprend le risque stratégique, d'entreprise, de projet et d'atteinte à la réputation.

Le Groupe de travail de l'IFoA a identifié deux catégories de risque supplémentaires : (1) le risque frictionnel et (2) le risque d'agrégation et de diversification. Le capital frictionnel représente l'excédent de capital par rapport au capital économique en raison des exigences réglementaires, de comptabilité et de l'agence de notation. Cette catégorie englobe :

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

⁴⁴ L'ORX définit un projet comme [traduction] « une entreprise temporaire dans le but de créer un produit, un service ou un résultat unique. Un projet comporte un début et une fin déterminés. La fin du projet est atteinte lorsque les objectifs ont été réalisés ou lorsque le projet est arrêté parce que les objectifs ne seront pas ou ne peuvent pas être atteints, ou que le besoin du projet n'existe plus. » Source : Association ORX. « Operational Risk Reporting Standards (ORRS) – Edition 2011 », version revue, 12 juillet 2012, ss. 3.4.3, 3.4.5, 3.4.4 et 3.4.6.

⁴⁵ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 5.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

- Des problèmes qui se rapportent à la structure de fonctionnement de l'entreprise, notamment la fongibilité du capital immobilisé dans des filiales;
- Les risques fiscaux (p. ex. les changements apportés au régime fiscal de la société);
- Le resserrement des exigences de capital économique en raison de l'absence d'évolution du profil de risque économique de l'entreprise (p. ex. la hausse du niveau de confiance requis)⁴⁶.

Le risque d'agrégation et de diversification est défini comme suit :

[traduction] « Possibilité que la totalité des risques dans chaque catégorie soit supérieure à la somme de chacune des parties et(ou) que les avantages attendus de la diversification ne se concrétisent pas de façon intégrale⁴⁷. »

Le Groupe de travail de l'IFoA a constaté que :

[traduction] « ... l'agrégation et la diversification sont également considérés comme un sous-ensemble de chaque catégorie de haut niveau, p. ex. le risque de marché comprendra une catégorie de risque d'agrégation et de diversification pour atténuer l'effet combiné de chaque risque de marché, notamment les titres boursiers et les biens. Toutefois, cette catégorie de haut niveau tiendra compte des répercussions dans les autres catégories de haut niveau, p. ex. entre le risque de marché et le risque opérationnel⁴⁸. »

⁴⁶ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 6.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Ibid.

CLASSIFICATION DES RISQUES OPÉRATIONNELS

La SCRO a demandé une vaste liste indépendante de risques opérationnels. La présente section renferme des listes de catégories de risques opérationnels (CRO) établies par :

- Bâle II;
- L'IFoA et le Groupe de travail sur la classification des risques;
- Le PPG de l'APRA;
- La BMA et l'*Insurance Code of Conduct*;
- L'Operational Risk Consortium;
- ORX.

Bâle II

Pour les banques qui appliquent l'approche standard de Bâle II, les activités sont partagées en huit lignes de métier (secteurs d'activités) :

- financement des entreprises;
- activités de marché;
- banque de détail (banque aux détails);
- banque commerciale;
- paiement et règlement;
- fonctions d'agent (services d'agence);
- gestion d'actifs;
- courtage de détail (courtage aux détails).

Les lignes de métier (secteurs d'activités) sont décrites à l'Annexe 9 de Bâle II et reproduites à l'Annexe A du présent document. Bâle II différencie le risque opérationnel d'après sept types d'événement :

- fraude interne;
- fraude externe;
- pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail;
- clients, produits et pratiques commerciales;
- dommages aux actifs corporels;
- interruptions d'activité et dysfonctionnement des systèmes;
- exécution, livraison et gestion des processus.

Les types d'événements sont décrits en détail à l'Annexe 10 de Bâle II et reproduits à l'Annexe B du présent document de recherche. Chaque type d'événement de Bâle II est également applicable aux sociétés d'assurances, comme en font foi les exemples suivants :

- fraude interne – détournement de biens (d'actifs), évasion fiscale, délits d'initié, corruption;
- fraude externe – vol d'information sur les clients, dommages dus au piratage informatique, vol par un tiers, contrefaçon;
- pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail – mauvais service à la clientèle, discrimination, rémunération du personnel, santé, et sécurité;
- clients, produits et pratiques commerciales – erreurs de vente, erreurs de tarification, opérations juridiques, opérations réglementaires;
- dommages aux actifs corporels – catastrophes naturelles, terrorisme, vandalisme;
- interruptions d'activité et dysfonctionnement des systèmes – perturbation d'un service public, pannes de logiciel, pannes de matériel;
- exécution, livraison et gestion des processus – mauvaise gestion du changement, erreurs relatives aux opérations, erreurs comptables, calcul des primes.

L'IFoA et le Groupe de travail sur la classification des risques

Le document intitulé *A Common risk classification system for the actuarial profession – A discussion paper* renferme la liste la plus détaillée et la plus exhaustive de risques opérationnels auxquels sont confrontées les sociétés d'assurances. Pour établir le système de classification des risques, le Groupe de travail de l'IFoA a appliqué les principes clés suivants :

- une classification axée sur des événements plutôt que sur la cause;
- l'accent sur le risque brut, en excluant généralement les défaillances au plan du contrôle;
- aucune distinction dans la classification des risques concernant le niveau de l'entité où se trouve le risque⁴⁹.

Même si le Groupe de travail de l'IFoA a choisi un système de classification axé sur les événements, il a été constaté qu'une analyse des causes est essentielle pour bien comprendre le risque. Toutefois, un système de classification des risques fondé sur les causes peut poser des problèmes, car des causes multiples peuvent mener à un événement précis, de là un problème pour déterminer jusqu'où il faut remonter dans l'analyse des causes. Le Groupe de travail de l'IFoA a déclaré ce qui suit :

[traduction] « Compte tenu de ces complications, le Groupe de travail a choisi la classification axée sur les événements. Cependant, nous soulignons que notre but se limite à créer un

⁴⁹ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 7. <http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

D'autres principes clés sont énoncés à la page 7 du document de travail.

libellé commun du risque que partageront les actuaires, et que la gestion du risque exige une analyse et une bonne compréhension des causes des événements⁵⁰. »

Pour ce qui est de ne pas tenir compte du niveau de l'entité, le Groupe de travail de l'IFoA a ceci à déclarer :

[traduction] « La classification n'établit aucune distinction au sujet du niveau de l'entité où apparaît le risque (l'exposition d'un risque de swap de taux d'intérêt dans un fonds d'assurances n'est pas classé différemment de l'exposition d'un swap semblable dans une société de portefeuille ou d'une exposition d'un risque de mouvement des taux d'intérêt dans le régime de retraite à prestations déterminées d'une entreprise). De même, la classification ne fait pas la différence entre le niveau auquel le risque peut être géré (p. ex. le cours normal des affaires ou l'intervention justifiée du conseil d'administration). Cette démarche varie d'une entreprise à l'autre selon la situation propre à chacune. Le seul élément pris en compte par la classification au sujet de la structure organisationnelle a trait à la fongibilité du capital en vertu du risque frictionnel; cette question est d'ailleurs plus importante pour une société de portefeuille que pour une filiale particulière.

Cependant, le Groupe de travail souligne que la structure organisationnelle représente un facteur important dans la GRE (gestion du risque d'entreprise) et de gouvernance des risques⁵¹. »

Le Groupe de travail de l'IFoA a relevé 23 CRO en considérant une large mesure des catégories utilisées par l'Operational Risk Consortium (ORIC) et qui reposent elles-mêmes sur les catégories énoncées dans Bâle II⁵². Les 23 CRO énoncés à l'Annexe G du document de travail de l'IFoA sont :

- Fraude interne, divisée
 - Activité non autorisée, p. ex. spéculation malhonnête;
 - Vol et fraude;
- Fraude externe, divisée
 - Vol et fraude;
 - Sécurité des systèmes, p. ex. hameçonnage;
- Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail, divisée
 - Relations de travail, p. ex. grèves; rejet positif de demandes;
 - Santé et sécurité;
 - Diversité et discrimination;
- Clients, produits et pratiques commerciales, divisée

⁵⁰ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 8.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

⁵¹ Ibid., p. 8.

⁵² Ibid., Annexe G.

- Conformité, devoir d'information (divulgarion) et devoir fiduciaire, p. ex. bris de confiance;
- Pratiques commerciales/de marché incorrectes, p. ex. corruption, blanchiment d'argent;
- Défauts d'un produit;
- Sélection, promotion et exposition au risque, p. ex. insuffisance de l'analyse de la clientèle;
- Services de conseil et erreurs de vente;
- Dommages aux actifs corporels
- Interruptions d'activité et dysfonctionnement des systèmes, p. ex. pannes d'ordinateur
- Exécution, livraison et gestion des processus, divisée
 - Acceptation et documentation clientèle – erreurs dans la préparation de contrats;
 - Saisie, exécution et suivi des transactions – erreurs d'exécution des contrats, de même que les transactions générales, notamment le paiement des fournisseurs;
 - Gestion des comptes clients – erreurs relatives aux demandes, etc.;
 - Surveillance et information financière, p. ex. fausses déclarations relativement aux comptes;
 - Contreparties commerciales, p. ex. gestionnaires de biens, réassureurs;
 - Fournisseurs, p. ex. sous-traitants;
- Risque juridique et de réglementation se rapportant aux sommes engagées pour se conformer aux changements apportés à la réglementation; aux nouvelles lois qui influent sur la valeur intrinsèque (y compris la saisie-arrêt de biens); et aux variations défavorables des prélèvements pour la réglementation aux régimes comme celui lié à l'indemnisation des services financiers.
- Capital pour risque opérationnel – non garanti par l'ORIC de l'ABI [Association of British Insurers], mais l'expérience émergente concernant les pertes peut avoir un effet d'un choc sur le capital requis pour le risque opérationnel, tout comme les modifications apportées au modèle et à l'analyse de scénarios.
- Agrégation et diversification, p. ex. une piètre gouvernance organisationnelle entraînant de multiples pertes dans toutes les catégories.

À l'instar du risque de marché, cette dernière catégorie ne porte que sur les avantages anticipés de la diversification entre les risques opérationnels qui ne se concrétisent pas⁵³.

⁵³ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 32.
<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

Dans les 23 CRO, plus de 340 sous-catégories ont été relevées, ce qui démontre bien toute l'ampleur des risques opérationnels auxquels sont confrontées les sociétés d'assurances. Le Groupe de travail de l'IFoA a préparé une feuille de calcul Excel qui renferme une classification détaillée avec les classifications de deuxième et troisième stades (c'est-à-dire un classement plus affiné à l'aide de « stades »). Pour les deux stades, les éléments qui suivent sont compris dans le fichier Excel :

- le type de risque opérationnel;
- la description;
- des commentaires;
- des notes concernant la délimitation.

On peut consulter les travaux du Groupe de travail de l'IFoA traitant du risque opérationnel sur le site Web de l'organisme, à l'adresse suivante : <http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/underlying-spreadsheet-discussion-paper-common-risk-classification->.

Enfin, pour conclure la section du document de travail sur le risque opérationnel, le Groupe de travail de l'IFoA a examiné les sujets suivants :

- le risque et les bénéfices;
- le risque et l'incertitude.

Le Groupe de travail de l'IFoA a indiqué que la classification des risques est habituellement étudiée sous l'angle des effets défavorables du risque sur la valeur économique, et elle ne tient pas compte des avantages possibles de l'acceptation d'un risque. [traduction] « Toutefois, le Groupe de travail fait remarquer qu'à des fins élargies au titre de la GRE, les risques ne peuvent être dissociés des bénéfices⁵⁴. »

L'incertitude est décrite de la manière suivante par le Groupe de travail de l'IFoA :

[traduction] « L'incertitude est une insuffisance de connaissances ou d'information au sujet des types de résultats possibles, des facteurs qui peuvent influencer sur les résultats futurs, et de la probabilité ou de l'effet des divers résultats. Ces résultats possibles peuvent être défavorables, prévus ou favorables, selon les perceptions actuelles (qui peuvent évoluer dans le temps). Le risque envisagé dans le contexte du présent document constitue l'exposition à des résultats défavorables, mais il convient de préciser qu'il peut exister un risque positif découlant de l'exposition à des résultats favorables, p. ex. des taux de déchéance meilleurs que prévu⁵⁵. »

Les Prudential Practice Guides (PPG) de l'APRA

En Australie, les PPG renferment des consignes sur le point de vue de l'APRA au sujet des saines pratiques dans des domaines précis. Ils abordent souvent les exigences juridiques qui découlent des lois, règlements

⁵⁴ Kelliher, P.O.J., Wilmot, D., Vij, J. et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour *The Institute and Faculty of Actuaries*, janvier 2011, p. 9.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

⁵⁵ Ibid.

ou normes prudentielles de l'APRA; ils ne créent pas en soi des normes exécutoires. Le *Prudential Practice Guide GPG 230 Operational Risk* (février 2006) (PPG GPG 230) traite du risque opérationnel appliqué aux sociétés d'assurances IARD, et le *Prudential Practice Guide LPG 230 Operational Risk* (mars 2007) (PPG LPG 230) porte sur les sociétés d'assurance-vie.

Sociétés d'assurances IARD

Pour les sociétés d'assurances IARD, l'APRA indique que la gestion du risque opérationnel comprendrait habituellement, entre autres, les risques liés aux éléments suivants :

- la sous-traitance;
- la continuité des activités;
- l'insuffisance des ressources humaines;
- la fraude interne et externe;
- la gestion de projet;
- la souscription et les règlements;
- les processus opérationnels;
- le lancement de nouveaux produits⁵⁶.

Le guide *PPG GPG 230* renferme plus de détails au titre des risques liés aux ressources humaines, à la fraude et à la gestion de projet.

Sociétés d'assurance-vie

Pour les sociétés d'assurance-vie, l'APRA mentionne que la gestion du risque opérationnel comprendrait une vaste gamme de risques pour les activités actuelles et passées, notamment :

- la technologie de l'information;
- les ressources humaines;
- la fraude interne et externe;
- la gestion de projet;
- les systèmes d'information;
- la sous-traitance;
- l'administration des produits (notamment le traitement, les transactions, la préparation de documents; la souscription et les règlements);
- la tarification unitaire;

⁵⁶ APRA. « Prudential Practice Guide GPG 230 – Operational Risk », février 2006, par. 2.
<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-GPG-230-Operational-Risk.pdf>.

- les processus opérationnels, y compris les conventions non imparties passées avec des tiers;
- le lancement de nouveaux produits⁵⁷.

Le guide *PPG LPG 230* renferme plus de détails sur les risques liés à la technologie de l'information, aux ressources humaines, à la fraude et aux systèmes d'information.

La BMA et l'*Insurance Code of Conduct*

Dans les Bermudes, l'*Insurance Code of Conduct*, qui est entré en vigueur le 1^{er} juillet 2010 et pour lequel la conformité est requise au plus tard le 1^{er} juillet 2011, énonce les fonctions, exigences et normes des sociétés d'assurances des Bermudes (y compris les sociétés d'assurances captives). L'*Insurance Code of Conduct* classe les « risques importants » dans les catégories suivantes :

- le risque de souscription;
- le risque d'investissement, de liquidité et de concentration;
- le risque de marché;
- le risque de crédit;
- le risque de système et d'opérations (risque opérationnel);
- le risque collectif;
- le risque stratégique;
- le risque d'atteinte à la réputation;
- le risque juridique/de litige.

L'*Insurance Code of Conduct* présente huit exemples précis possibles de risque opérationnel; chacun de ces risques est défini dans la *Note d'orientation CIRA*, qui s'applique aux sociétés d'assurances de catégorie 4⁵⁸. Les huit exemples de risque opérationnel comprennent :

- a. Risques liés aux processus opérationnels, qui englobent les erreurs au chapitre de la saisie et du traitement des données découlant d'une mauvaise spécification dans la conception des demandes.
- b. Risques liés à la continuité des activités, qui renferment les risques qui menacent ou interrompent les activités continues de la société, notamment les risques provenant de catastrophes naturelles et humaines.
- c. Risques de conformité, qui comprennent les infractions aux lois et règlements.
- d. Risques relatifs aux systèmes d'information, qui incluent l'accès non autorisé aux systèmes et aux données, la perte de données, l'interruption d'un service public, les

⁵⁷ APRA. « Prudential Practice Guide LPG 230 – Operational Risk », mars 2007, par. 2.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-LPG-230-Operational-Risk.pdf>.

⁵⁸ Pour plus de précisions au sujet de la réglementation d'assurances aux Bermudes et la classification des sociétés d'assurances, veuillez consulter la section Régime réglementaire du présent document de recherche.

- pannes de logiciels et de matériel, et l'incapacité d'avoir accès aux systèmes d'information.
- e. Risques liés aux réseaux de distribution, qui comprennent les courtiers/agents peu expérimentés ou peu compétents.
 - f. Risques de fraude, qui englobent l'inconduite délibérée ou les activités non autorisées, notamment le détournement de biens (d'actifs), le vol d'informations, la contrefaçon, et les demandes de règlement frauduleuses.
 - g. Risques liés aux ressources humaines, notamment le risque lié aux personnes clés, le personnel dont la conduite est contraire à l'éthique (autre la fraude), le personnel peu expérimenté ou peu compétent, la formation, le maintien en poste, et les interruptions des communications.
 - h. Risques de sous-traitance, qui comprennent les interruptions des communications, et les partenaires sous-traitants peu compétents⁵⁹.

Présentation à l'Actuarial Society of South Africa (2011)

À l'occasion de la Convention de 2011 de l'Actuarial Society of South Africa, R. den Heever et J. Slawski ont effectué un exposé sur la CRO des sociétés d'assurances intitulé *Operational Risk Management*. Ils ont abordé les CRO suivantes :

- Rapports financiers;
- Fiscalité;
- Fraude interne;
- Fraude externe;
- Bureaux;
- Données et documents;
- Transactions;
- Élaboration de produits;
- Paiements;
- Fournisseurs tiers;
- Technologie;

⁵⁹ BMA. « Guidance Note #17 Commercial Insurer Risk Assessment », novembre 2008: pp. 4 et 5.
<http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20No.%2017%20-%20Commercial%20Insurer%20Risk%20Assessment.pdf>.

- Personnes;
- Lois;
- Règlements;
- Conformité.

L'ORIC

L'ORIC a été créé en 2005 par l'Association of British Insurers (ABI) et 16 sociétés d'assurances, en partie en réaction à l'implantation du nouveau règlement sur la solvabilité pour les sociétés d'assurances du R.-U. par la Financial Services Authority (FSA) du R.-U. et Solvabilité II. La FSA et Solvabilité II tiennent compte tous les deux du risque opérationnel dans le calcul des exigences de solvabilité d'une société d'assurances. L'ORIC a pour but de fournir un leadership éclairé au sujet du risque opérationnel et de mieux faire comprendre les aspects quantitatif et qualitatif du risque opérationnel. L'organisme tient à jour une base de données sur les pertes imputables au risque opérationnel qui regroupe actuellement plus de 4 000 événements générateurs de pertes accumulés au cours des six dernières années.

Les événements générateurs de pertes enregistrés par l'ORIC renferment des renseignements sur les pertes provenant de défauts attribuables à des employés, des processus, des systèmes ou des événements externes. L'ORIC s'en remet aux catégories de niveaux 1 et 2 mises au point par Bâle II et il a mis au point une catégorie de niveau 3 pour rehausser le niveau de détail de la base de données.

ORX

Mis sur pied en 2002, ORX a créé une [traduction] « plateforme pour l'échange protégé et anonyme de données de haute qualité sur les sinistres imputables au risque opérationnel. La base de données mondiale sur les sinistres d'ORX contient 327 465 sinistres attribuables au risque opérationnel, chacun d'une valeur de plus de 20 000 €, pour une valeur totale de 166 G€⁶⁰. » La propriété et le contrôle d'ORX reviennent à ses 67 membres, qui comprennent de grandes banques de 21 pays. Seuls les pays qui contribuent à l'organisme peuvent avoir accès à ses données confidentielles, mais le grand public a accès à des résumés constitués de données de haut niveau. Le plus récent rapport d'ORX, intitulé *ORX Operational Risk Loss Report 2014*⁶¹, renferme des données sur les sinistres imputables au risque opérationnel survenus entre 2008 à 2013.

Les données de la base d'ORX comprennent :

- Secteur d'activité – représente les [traduction] « centres de profits où sont produits les revenus de tiers, et non les affectations d'autres services de l'entreprise⁶² »;
- Type d'événement – description de ce qui s'est passé;

⁶⁰ <http://www.orx.org/pages/AboutORX.aspx>, page consultée le 6 janvier 2014.

⁶¹ <http://www.orx.org/Pages/ORXData.aspx>, page consultée le 10 octobre 2014.

⁶² ORX Association. « Operational Risk Reporting Standards (ORRS) – Edition 2011 », version revue, 12 juillet 2012, par. 5.1.

- Produit (y compris les services) – représente les sources de revenu d'une banque au moyen de frais directs et indirects;
- Produits groupés – forfait de produits ou de services offert à un coût unique ou [traduction] « produit offert seul par une banque à titre de service connexe ou accessoire, de concert avec un produit « principal » d'une autre banque⁶³ »;
- Processus – [traduction] « ensemble de tâches et activités coordonnées qui permettent d'atteindre un objectif organisationnel précis⁶⁴ »;
- Caractéristiques de sinistre important – notamment :
 - les causes prétendues;
 - l'instance/le choix du régime juridique;
 - le type de contrepartie/de demandeur;
 - le rôle de l'entreprise;
 - la volatilité du contexte.

De façon générale, les secteurs d'activité et les types d'événement sont semblables aux descriptions présentées dans Bâle II. Par définition, les sinistres importants correspondent à un sinistre ou groupe de sinistres dont le montant de la perte brute n'est pas inférieur à 10 millions d'euros⁶⁵.

CRO qui sont quantifiables et celles qui doivent être soumises à un régime différent

Les banques ont modélisé le risque opérationnel depuis plus longtemps et elles y ont consacré d'importantes ressources; le Comité de Bâle demeurera donc une importante source d'information pour la collectivité des assurances. Même s'il existe des différences quant aux CRO exactes auxquelles les sociétés d'assurances et institutions bancaires sont confrontées, les actuaires s'enrichiront énormément en passant en revue les documents du Comité de Bâle. Des leçons importantes et de saines pratiques peuvent en être tirées.

Dans le premier élément de concentration de la recherche, l'ICA a expressément demandé la segmentation des CRO dans des catégories quantifiables du point de vue du capital et celles qui exigent l'application d'une autre forme de traitement. La recherche poussée qui a été effectuée en vue de la préparation du présent document de recherche n'a pas permis de dégager des documents qui établissaient une différence marquée entre les CRO qui peuvent être facilement quantifiables et celles qui exigent une autre forme de traitement. En effet, dans les documents de référence sur les assurances, on trouve à répétition des renvois à des défis importants au chapitre de la quantification du risque opérationnel en général. Dans le document intitulé *ICPs-October 2011*, l'AICA mentionne à deux occasions la difficulté de quantifier certains risques opérationnels⁶⁶. La section 17.7.5 du document *ICPs-October 2011* renferme l'extrait suivant :

⁶³ ORX Association. « Operational Risk Reporting Standards (ORRS) – Edition 2011 », version revue, 12 juillet 2012, par. 5.3.1.

⁶⁴ Ibid., par. 5.4.

⁶⁵ Ibid., par. 5.5.

⁶⁶ AICA. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », (1^{er} octobre 2011, y compris les modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013), par. 16.1.13 et 17.7.5, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

[traduction] « *Traitement des risques difficiles à quantifier*

17.7.5 L'AICA reconnaît que certains risques, notamment le risque stratégique, le risque d'atteinte à la réputation, le risque de liquidité et le risque opérationnel, sont moins facilement quantifiables que les autres catégories principales de risques. Le risque opérationnel, par exemple, est différent dans sa composition et il dépend de la qualité des systèmes et des contrôles en place. La mesure du risque opérationnel en particulier peut souffrir d'un manque de données suffisamment uniformes et solides, et de méthodes d'évaluation bien établies⁶⁷. »

Le Comité de Bâle traite des CRO de façon détaillée dans les ouvrages suivants :

- Les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA*, section sur la modélisation;
- *Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)*, juillet 2009, Section V sur la modélisation et la quantification.

Deux types de risque opérationnel ont été particulièrement difficiles à quantifier : le risque juridique⁶⁸ et le risque d'incompétence du personnel⁶⁹.

Les CRO et la nécessité du capital

Dans *Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies*, Dexter et coll. déclarent que lorsque les CRO sont identifiées et comprises, l'étape suivante consiste à préciser s'il est nécessaire d'obtenir du capital pour chaque risque. Les motifs pour lesquels il ne serait pas nécessaire de détenir du capital englobent :

- [traduction] « le risque n'influe pas sur le bilan de solvabilité; ou
- il existe des moyens plus pertinents pour atténuer le risque; ou
- les répercussions sont prévues ailleurs dans l'évaluation individuelle du capital; ou
- les répercussions ne sont pas importantes pour les fins de l'évaluation individuelle du capital⁷⁰. »

Dexter et coll. fournissent une description de chacune de ces catégories, de même que des exemples des types de risque qui ne sont pas reproduits dans le présent document.

⁶⁷ AICA. « *Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology* », (1^{er} octobre 2011, y compris les modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013), par. 17.7.5, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

⁶⁸ Chavez-Demoulin, V., Embrechts, P. et J. Nešlehová. « *Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation* », présenté à la *Federal Reserve Bank of Boston*, 18 au 20 mai 2005, p. 2. http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.

⁶⁹ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « *Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk* », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re et UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003, pp. 10 et 11. <http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

⁷⁰ Dexter, N., Ford, C., Jakahria, P., Kelliher, P., McCall, D. et coll. « *Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies* », préparé par le Groupe de travail du risque opérationnel en assurance-vie, 2006, p. 11. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf>.

MÉTHODES DE QUANTIFICATION

Introduction

Documents axés principalement sur les banques

Il existe un nombre incalculable de documents traitant de la gestion et de la mesure du risque opérationnel qui s'adressent plus particulièrement aux banques. Ces documents renferment des exposés théoriques détaillés des diverses méthodes utilisées pour quantifier le risque opérationnel. Ils présentent également les résultats de vastes études de cas, dont certaines reposent sur les résultats historiques de banques individuelles et d'autres, sur des données agrégées pour plusieurs institutions. L'un des plus grands défis que posait la préparation du présent document de recherche consistait à sélectionner des documents dans la multitude d'ouvrages disponibles dans le but de respecter les objectifs de l'ICA. La recherche de documents à jour et précisément applicables aux sociétés d'assurances représentait un autre défi. Bien que des documents s'adressent aux sociétés d'assurances, ils sont beaucoup moins nombreux que ceux destinés aux banques. En outre, certains documents pour les sociétés d'assurances sont maintenant désuets en raison des progrès soutenus de la modélisation du capital économique, de Solvabilité II et des activités de l'AICA.

L'un des motifs qui expliquent le nombre relativement limité de documents axés sur le risque opérationnel au sein des sociétés d'assurances découle du fait que de nombreuses sociétés d'assurances s'en remettent actuellement à des formules standard mises au point par les organismes de réglementation pour calculer le capital lié au risque opérationnel plutôt que de quantifier le risque opérationnel à l'aide de modèles internes. Les assureurs qui utilisent des modèles pour quantifier le risque opérationnel ont tendance à faire partie de grands groupes d'assurances dont le siège social est situé dans certains pays, notamment le R.-U. et l'Allemagne. En outre, même si une société d'assurances établit et utilise un modèle interne pour calculer le capital requis, elle modélise rarement toutes les catégories de risque à l'aide du modèle interne et elle s'en remet plutôt à une formule standard pour quantifier son risque opérationnel. Parmi les principaux motifs qui font en sorte que bon nombre de sociétés d'assurances ne modélisent pas encore leur risque opérationnel, mentionnons :

- l'insuffisance de données crédibles en raison de la période relativement courte au cours de laquelle des données sur les pertes imputables au risque opérationnel ont été recueillies;
- le rôle du contexte de contrôle interne et sa nature en constante évolution, ce qui enlève de la pertinence aux données historiques sur les pertes attribuables au risque opérationnel;
- le rôle important des événements de pertes liées au risque opérationnel peu fréquents mais de très grande envergure;
- l'élaboration continue des modèles internes des sociétés d'assurances et le rigoureux cadre de gouvernance qui régit l'utilisation de ces modèles;
- les enjeux relatifs aux coûts-bénéfices qui se traduisent par des questions sur la valeur des modèles internes compte tenu de leurs coûts élevés de mise en œuvre.

Exigences de l'AICA au sujet des modèles internes

Le document *ICPs-October 2013* énonce les exigences que les sociétés d'assurances doivent respecter pour utiliser des modèles internes aux fins du calcul du capital réglementaire. Plus particulièrement, l'AICA exige ce qui suit :

- [traduction] « que l'autorité de contrôle autorise au préalable un assureur à utiliser un modèle interne aux fins du calcul du capital réglementaire requis;
- que la société d'assurances adopte des techniques et méthodes de modélisation des risques qui conviennent à la nature, à l'envergure et à la complexité de ses risques courants et de ceux qui sont intégrés à sa stratégie de risque et à ses objectifs organisationnels pour la construction de son modèle interne aux fins du capital réglementaire;
- que la société d'assurances valide un modèle interne à utiliser aux fins du capital réglementaire en l'assujettissant, à tout le moins, à trois tests : le « test de qualité statistique », le « test d'étalonnage » et le « test d'utilisation »;
- que la société d'assurances fasse la preuve que le modèle est convenable aux fins du capital réglementaire et qu'elle valide les résultats de chacun des trois tests⁷¹. »

Le document *The ICP-October 2013* renferme une analyse générale supplémentaire des trois tests requis :

[traduction] « Le « test de qualité statistique » et le « test d'utilisation » sont considérés comme des mesures s'apparentant davantage aux sociétés d'assurances et qui doivent permettre à l'autorité de contrôle de mieux comprendre de quelle façon une société d'assurances particulière a intégré son modèle interne à ses activités. Le « test d'étalonnage » serait utilisé par l'autorité de contrôle pour évaluer les résultats du modèle interne par rapport aux besoins de la société d'assurances en matière de capital réglementaire et ceux d'autres assureurs⁷². »

Le test de qualité statistique pour les modèles internes est abordé à la Section 17.14 du document *ICP-October 2013* :

[traduction] « 17.14 L'autorité de contrôle qui autorise l'utilisation de modèles internes pour calculer le capital réglementaire requis doit exiger :

- que la société d'assurances effectue un « test de qualité statistique » qui permet d'évaluer la méthode quantitative de base du modèle interne, de faire la preuve du bien-fondé de cette méthode, notamment le choix des intrants et paramètres du modèle, et de justifier les hypothèses qui sous-tendent le modèle;

⁷¹ AICA. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », (1^{er} octobre 2011, y compris les modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013), par. 17.13, page consultée le 27 février 2014, <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

⁷² Ibid., par. 17.13.5.

- que le calcul du capital réglementaire requis à l'aide d'un modèle interne tienne compte de la position de risque globale de la société d'assurances et que les données sous-jacentes utilisées dans le modèle soient exactes et complètes⁷³. »

La Section 17.15 du document *ICP-October 2013* porte sur le test d'étalonnage au titre des modèles internes :

[traduction] « 17.15 L'autorité de contrôle qui autorise l'utilisation de modèles internes pour calculer le capital réglementaire requis doit exiger que la société d'assurances effectue un « test d'étalonnage » pour faire la preuve que le capital réglementaire requis calculé au moyen du modèle interne respecte les critères de modélisation prescrits⁷⁴. »

Enfin, le test d'utilisation et la gouvernance au titre des modèles internes sont décrits à la Section 17.16 du document *ICP-October 2013*.

[traduction] « 17.16 L'autorité de contrôle qui autorise l'utilisation de modèles internes pour calculer le capital réglementaire requis exige :

- que la société d'assurances enchâsse intégralement le modèle interne, ses méthodes et ses résultats dans sa stratégie de risque et ses processus opérationnels (le « test d'utilisation »);
- que le conseil d'administration et la haute direction de la société d'assurances exerce le contrôle global et assume la responsabilité de la mise au point et de l'utilisation du modèle interne aux fins de la gestion des risques, et veille à ce que le personnel des niveaux pertinents de l'organisation comprenne bien l'élaboration du modèle. Plus particulièrement, l'autorité de contrôle exige que le conseil d'administration et la haute direction comprennent bien les conséquences des extrants et des limites du modèle interne aux fins de la prise de décisions touchant la gestion des risques et du capital;
- que la société d'assurances mette en place la structure de gouvernance et les contrôles internes suffisants en ce qui concerne le modèle interne⁷⁵. »

Aux fins de l'approbation de l'utilisation d'un modèle interne devant permettre de calculer le capital requis au titre du risque opérationnel, la société d'assurances devrait respecter chacun de ces trois tests pour la partie du modèle interne utilisée pour quantifier le risque opérationnel. Dans les faits, ces trois tests posent des défis importants que bon nombre de sociétés d'assurances ne sont pas encore capables de relever.

Documents sur le risque opérationnel destinés aux sociétés d'assurances

Comme nous l'avons déjà mentionné, la recherche de documents traitant du risque opérationnel, et plus particulièrement des méthodes de quantification, se traduit par un bien plus grand nombre de documents destinés au secteur bancaire qu'à celui des assurances. Trois documents abordaient précisément la quantification du risque opérationnel au sein des sociétés d'assurances :

⁷³ AICA. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », (1^{er} octobre 2011, y compris les modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013), par. 17.14, page consultée le 27 février 2014, <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

⁷⁴ Ibid., par. 17.15.

⁷⁵ Ibid., par. 17.16.

- Groupe de travail de la General Insurance Research Organisation (GIRO), y compris M.H. Tripp, H.L. Bradley, R. Devitt, G.C. Orros, G.L. Overton et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », 22 mars 2004;
- Life Operational Risk Working Party, y compris N. Dexter, C. Ford, P. Jakahria, P. Kelliher, D. McCall et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », 26 mai 2006;
- Corrigan, J., et P. Luraschi, « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013.

Le premier document, de Tripp et coll., regroupe les méthodes d'évaluation et de quantification du risque opérationnel dans les grandes catégories suivantes :

- Ajustement statistique/de courbe, notamment des études empiriques, la méthode du sinistre maximum, les fonctions théoriques de distribution de probabilité, et l'analyse de régression;
- Analyse de fréquence/sévérité, y compris la théorie de la valeur extrême et les équations différentielles stochastiques;
- Modèles (dynamiques) statistiques (bayésiens), y compris des systèmes, des diagrammes d'influence, des réseaux de croyance bayésiens et le modèle causal bayésien, des schémas de processus et leurs évaluations, et des réseaux de neurones;
- Expert, y compris la logique floue, l'évaluation directe de la probabilité/préférence entre les paris, la méthode Delphi, les modèles d'évaluation des actifs financiers (MEDAF) et le processus d'analyse et d'atténuation des risques (PAAR);
- Pratique, y compris les scénarios de crise et l'analyse des scénarios, les scénarios d'activité/de secteur, l'analyse financière dynamique et les comparaisons bêta du marché pour chaque société à l'intérieur des secteurs du marché⁷⁶.

Concernant cette longue liste de méthodes, Tripp et coll. mentionnent ce qui suit : [traduction] « Nous en sommes encore aux premières étapes de notre étude à savoir lesquelles (méthodes) sont susceptibles d'être les plus utiles. Nous avons dressé ... une liste des méthodes qui, à notre avis, représentent de nouvelles pratiques exemplaires, et auxquelles nous pourrions avoir davantage recours à l'avenir⁷⁷. » La Section 8 – « Pitfalls and Considerations of Soft Issues » constitue une partie utile du document de Tripp et coll.; elle contient des renseignements au sujet des répercussions pratiques qui dépassent les éléments abordés dans le présent document de recherche.

Le deuxième document, préparé par Dexter et coll., porte plus particulièrement sur deux méthodes qui peuvent être appliquées aux sociétés d'assurance-vie : un modèle de fréquence-sévérité et des scénarios d'événement liés au risque. Les auteurs mentionnent les travaux de Tripp et coll., plus particulièrement les réseaux bayésiens et les schémas de risque causal, et ils recommandent l'analyse complète de certaines méthodes citées par Tripp et coll. à titre de mesure future de l'évaluation du risque opérationnel. Dexter et coll. ajoutent une analyse au sujet de la quantification et de la paramétrisation des principaux risques opérationnels grâce à l'utilisation de données internes et externes sur les pertes, de même qu'une réflexion

⁷⁶ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par un Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 1.3.

<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

⁷⁷ Ibid.

sur la quantification du risque opérationnel sans données historiques sur les pertes. Ils traitent également de quatre questions de nature pratique se rapportant à l'établissement de paramètres, notamment la subjectivité, la mauvaise compréhension de la méthodologie, l'adhésion, et le processus de gouvernance et d'approbation.

Le présent document n'aborde pas toutes les méthodes relevées par Tripp et coll.; la liste complète est fournie précisément pour permettre au lecteur d'avoir accès à des sources d'information sur les approches non prises en compte dans le présent document. Aussi, nous ne reprendrons pas l'information fournie dans le document de Dexter et coll.

Le troisième document, de Corrigan et Luraschi, traite des nombreux objectifs mentionnés par l'ICA aux fins du présent document, et il se compose des grandes sections suivantes :

- Nature des événements imputables au risque opérationnel;
- Méthodes indicateurs de base et formule standard;
- Évaluation quantitative des risques ou analyse de scénarios;
- Modèles statistiques : méthode de distribution des pertes;
- Méthodes structurelles ou causales;
- Exigences réglementaires;
- Nouvelle évaluation du risque opérationnel et cygnes noirs;
- Collecte de données sur les pertes;
- Études de cas.

Corrigan et Luraschi intègrent une analyse théorique plus approfondie des diverses méthodes quantitatives que ce que comprend le présent document de recherche. Ce document représente une précieuse ressource à jour pour les sociétés d'assurances qui modélisent le risque opérationnel.

Compte tenu de l'expérience pratique limitée des sociétés d'assurances au chapitre de la modélisation du risque opérationnel, il convient de s'en remettre au vaste corpus de documents de référence et de directives sur la modélisation à l'intention du secteur bancaire, en raison de la sélection de l'option d'approche AMA de Bâle II. Les publications du Comité de Bâle peuvent être constructives même si elles renferment moins de résultats pratiques et reposent sur une expérience moindre au plan de l'application de modèles de risque opérationnel aux sociétés d'assurances. Bien qu'il existe d'importantes différences entre les banques et les sociétés d'assurances au chapitre des détails des risques opérationnels auxquels elles sont confrontées, des leçons peuvent être tirées des solutions appliquées dans le secteur bancaire pour régler de nombreux problèmes se rapportant à la démarche globale utilisée pour modéliser le risque opérationnel.

Structure

L'examen des documents publiés sur le risque opérationnel révèle une distinction entre les modèles utilisés pour : (a) quantifier le risque opérationnel et calculer le capital économique ou réglementaire, et (b) gérer le risque opérationnel. Cette différenciation peut poser problème, car les modèles utilisés pour quantifier le risque opérationnel peuvent également servir pour la gestion, et vice versa. Dans le présent document, nous mettrons l'accent sur les modèles utilisés pour quantifier le risque opérationnel plutôt que sur les modèles

permettant de gérer le risque opérationnel. La méthode fréquence-sévérité peut être classée comme un modèle servant à quantifier le risque opérationnel, tandis les principaux indicateurs de risque (PIR) et le modèle causal (notamment les modèles multifactoriels et les réseaux bayésiens) sont habituellement utilisés pour gérer le risque opérationnel. Comme nous le verrons plus loin dans la présente section, nombreux sont ceux qui estiment que les réseaux bayésiens peuvent également permettre de mesurer le risque opérationnel. L'analyse de scénarios peut servir à quantifier et à gérer le risque opérationnel.

La présente section porte sur les trois principales méthodes énoncées dans la documentation à l'intention des banques et des sociétés d'assurances :

- la méthode fréquence-sévérité (connue par les banques comme l'approche de distribution des pertes (ADP));
- les techniques de modélisation causale et d'estimation bayésienne (y compris l'utilisation des principaux indicateurs de risque);
- l'analyse de scénarios.

Nous n'exposons pas ici le contexte théorique de l'une ou l'autre de ces méthodes. De nombreux documents renfermant de vastes analyses théoriques y sont mentionnés à des fins de consultation future.

Pour sélectionner une méthode de quantification du risque opérationnel, il est essentiel de tenir dûment compte de la définition du risque opérationnel et de la possibilité d'un chevauchement avec d'autres catégories de risque. Bon nombre de risques opérationnels sont peut-être pris en compte implicitement à l'intérieur d'autres types de risque. Il est crucial d'établir clairement les limites de sorte que les risques ne soient jamais comptés en double ni négligés. Cette question est abordée dans un exposé intitulé *Operational Risk Management*, préparé par van den Heever et Slawski pour la convention de l'Actuarial Society of South Africa, en 2011. Ces derniers déclarent : [traduction] « Il est nécessaire de produire une taxonomie détaillée pour obtenir des interprétations presque uniformes des types d'événements de risque et de garantir des évaluations exhaustives de l'univers de risque⁷⁸. » Ils soulignent que les risques opérationnels découlant de services communs sont souvent comptés en double, ce qui entraîne un dédoublement de la gestion des risques et du capital. Un autre exemple fréquemment invoqué porte sur le traitement des risques d'impartition.

La section Méthodes de quantification du présent document débute par l'identification et la description des principales questions qui influent sur la quantification des risques opérationnels, quelle que soit la méthode choisie, puis une description des trois principales méthodes utilisées de nos jours (la méthode fréquence-sévérité, les méthodes bayésiennes et l'analyse de scénarios). Cette section se termine par un résumé de la pratique actuelle, d'après les études menées à l'échelle mondiale par KPMG en 2012 et 2013 au sujet de la modélisation du capital économique, et plus particulièrement du risque opérationnel.

⁷⁸ van den Heever, R. et J. Slawski. « Operational risk management », exposé à l'occasion de la Convention de l'Actuarial Society of South Africa de 2011, 8-9 novembre 2011. <http://www.actuarialsociety.org.za/Portals/2/Documents/Convention-OperationalRiskManagement-RH-JS-2011.pdf>.

Principales questions qui influent sur le recours à une méthode (autre qu'une formule standard) pour quantifier le capital pour risque opérationnel

Données

Dans le document intitulé *Regulatory Capital for Operational Risk*, Embrechts et coll. précisent que : [traduction] « L'exactitude des prévisions sur les pertes futures dépend du volume et de la qualité des données historiques observées⁷⁹. » La fiabilité d'un exercice de modélisation du risque opérationnel est rigoureusement liée à la qualité réelle des données (internes ou externes) globales, qui est habituellement une inconnue. Ainsi, l'étalonnage efficace du modèle dans le contexte de pauvreté des données du risque opérationnel représente l'un des défis les plus importants et les plus persistants pour les sociétés d'assurances. À défaut de données suffisantes, les modèles utilisés pour quantifier le risque opérationnel ne peuvent être correctement étalonnés.

Bâle II exige que les banques utilisent des données sur les pertes internes portant au moins sur les cinq dernières années lorsqu'elles optent pour les AMA⁸⁰. Les données internes représentent les pertes réelles imputables au risque opérationnel subies par l'institution financière et elles peuvent être utilisées par les trois méthodes de quantification décrites dans le présent document. L'une des raisons pour lesquelles les données internes sur les pertes sont souvent utilisées comme fondement des AMA réside dans le fait qu'elles sont considérées comme l'indicateur de risque le plus objectif à l'heure actuelle, car elles reflètent le profil de risque particulier de l'institution financière⁸¹. Les problèmes liés à la collecte de données internes suffisantes et le besoin d'évaluer l'exposition à des événements extrêmes éventuellement graves comptent parmi les motifs pour lesquels Bâle II exige que les banques complètent leurs propres données en recourant à de nouvelles sources (y compris des données externes et des analyses de scénarios) pour calculer les charges de capital rattachés au risque opérationnel.

Dans le document *LDA at Work*, Aue et Kalkbrener analysent deux lacunes inhérentes des données internes sur les pertes utilisées comme fondement de la mesure de l'exposition du risque opérationnel :

1. [traduction] « Les données sur les pertes représentent une mesure « rétrospective » qui ne saisira pas immédiatement l'évolution du risque et le contexte de contrôle.
2. Les quantités de données sur les pertes ne sont pas suffisantes pour que les institutions financières puissent évaluer raisonnablement l'exposition, plus particulièrement en ce qui concerne l'évaluation du risque de pertes extrêmes⁸². »

Aue et Kalkbrener soulignent une variété de méthodes visant à corriger ces lacunes, notamment [traduction] « le recours à des techniques de modélisation statistique, de même qu'à l'intégration des autres éléments des

⁷⁹ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003, p. 4.
<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

⁸⁰ Lors du premier passage de l'AIB ou de la SA aux AMA, une banque peut utiliser des données internes sur les pertes de trois ans.

⁸¹ Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007, p. 8.

http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

⁸² Ibid.

AMA, c'est-à-dire les données externes, l'analyse de scénarios et des facteurs qui tiennent compte des contextes du risque externe et du contrôle interne⁸³. »

Les données externes ont trait aux pertes imputables au risque opérationnel subies par d'autres organisations. Elles peuvent être obtenues d'un fournisseur tiers ou d'un consortium de données, notamment l'ORIC, pour les sociétés d'assurances, ou ORX pour les banques. Aue et Kalkbrener expliquent que [traduction] « les données externes sur les pertes peuvent servir à compléter un ensemble de données internes sur les pertes, à modifier les paramètres établis à partir des données internes sur les pertes, et à améliorer la qualité et la crédibilité des scénarios. Les données externes peuvent également être utilisées pour valider les résultats obtenus à partir des données internes ou pour comparaison⁸⁴. »

L'un des plus importants obstacles à la modélisation du risque opérationnel a trait à l'insuffisance de données – internes et externes – exactes et de grande qualité. De nombreux facteurs expliquent les problèmes que posent les données. Tout d'abord, pour les sociétés d'assurances, les données historiques sur les pertes imputables au risque opérationnel ne sont enregistrées et groupées de façon continue que depuis peu. Par le passé, les données sur les pertes découlant d'événements classés parmi les événements de perte imputables au risque opérationnel n'étaient pas nécessaires. En outre, les coûts de collecte de ces données étaient réputés supérieurs aux avantages.

Dans *Operational Risks in Banks: An Analysis of Empirical Data from an Australian Bank*, Evans et coll. mentionnent ce qui suit :

[traduction] « Même si les données avaient été recueillies, l'exactitude aurait constitué un problème, car les pertes indirectes, notamment celles qui sont imputables à des erreurs de système, qui entraînent des retards dans les transactions, peuvent produire des pertes qui ne sont pas facilement quantifiables, et la durée des événements de pertes opérationnelles peut varier sensiblement⁸⁵. »

Evans et coll. commentent également le problème de la troncature, c.-à-d. la valeur minimale de la perte utilisée pour déclarer les événements de pertes imputables au risque opérationnel. Le point de troncature change souvent au fil du temps et il peut varier d'une organisation à l'autre, compliquant ainsi les comparaisons entre les organisations.

Dans *Loss Distribution Approach for Operational Risk*, Frachot et coll. commentent les biais au sujet des données disponibles :

- [traduction] « Les données internes sont biaisées en faveur des pertes peu importantes. Pour des motifs évidents, les événements extrêmes sont à peine représentés dans les bases de données internes.
- Seules les pertes importantes sont déclarées, ce qui signifie que, par définition, les pertes enregistrées dépassent un seuil précis. Au plan statistique, ce biais est appelé « biais de troncature » et il entraîne une surestimation de la sévérité. En fait, il convient

⁸³ Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007, p. 8.

http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

⁸⁴ Ibid., p. 12.

⁸⁵ Evans, J., Womersley, R. et D. Wong. « Operational Risks in Banks: An Analysis of Empirical Data from an Australian Bank », Institute of Actuaries of Australia, 2007, p. 2.

http://www.actuaries.asn.au/Library/Events/Conventions/2007/8.d_Conv07_Paper_Evans%20Womersley%20Wong_An%20Empirical%20Analysis%20of%20Operational%20Risk%20in%20Banks.pdf.

de trouver l'équilibre entre le coût d'enregistrement de données de très faible sévérité et le biais de troncature ou perte d'exactitude découlant de seuils trop élevés.

- Parallèlement aux données internes, les données externes sont biaisées en faveur des pertes très importantes, car elles seules sont publiées. Au plan pratique, cela signifie qu'un bon jumelage de données internes et externes s'impose pour accroître l'efficacité statistique⁸⁶. »

Parmi les autres éléments touchant les données, mentionnons :

- La faible fréquence et la grande volatilité des occurrences de perte;
- Le traitement des risques évités de justesse et la question de savoir si ces risques sont groupés avec des événements qui se sont traduits par des pertes;
- Les répercussions de la déclaration des biais et de l'évolution des niveaux de biais au fil du temps.

[traduction] « De façon générale, les risques opérationnels sont caractérisés par des facteurs sous-jacents, qui ont tendance à s'adapter et à évoluer au fil du temps. Il devient donc difficile d'utiliser une démarche statistique classique, car la relation entre les données et le risque peut rapidement se rompre⁸⁷. » L'évolution des processus peut réduire, voire éliminer, la possibilité de répétition de pertes passées, ou de reprise de pertes passées dont la sévérité est largement modifiée.

Si certaines sociétés d'assurances ne disposent pas de données suffisantes sur les pertes imputables au risque opérationnel, d'autres sont confrontées au problème du manque d'uniformité de la collecte de ces mêmes données. Puisque le risque opérationnel vise différentes activités d'une société d'assurances, l'analyse des pertes dégagerait une possibilité d'incohérence au chapitre de l'identification, du classement et de la déclaration des pertes. Il se peut qu'il existe des incohérences entre les divers services ou les divers secteurs d'activité de la société, de même que d'une société d'assurances à l'autre. Les incohérences deviennent problématiques lorsque les données internes sont groupées au sein d'une société ou lorsqu'elles sont jumelées à des données externes. Ces incohérences pourraient influencer sur l'analyse statistique des pertes imputables au risque opérationnel, si l'on tient plus particulièrement compte du volume limité de données à la disposition de la plupart des sociétés d'assurances.

Moscadelli analyse l'incohérence des données au titre des pertes des banques imputables au risque opérationnel dans *The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee*. Il y affirme ce qui suit :

[traduction] « Pour mettre en œuvre de saines pratiques, les banques doivent établir une classification rigoureuse et détaillée de leurs produits, fonctions et processus, et implanter une définition claire et générale du risque opérationnel au sein de leurs unités

⁸⁶ Frachot, A., Georges, P. et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach for Operational Risk », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, 25 avril 2001.

⁸⁷ Cante, N., Clark, D., Kent, J. et H. Verheugen. « A brief overview of current approaches to operational risk under Solvency II », dans *Milliman White Paper*, juillet 2012, p. 2. <http://uk.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/pdfs/current-approaches-operational-risk.pdf>.

organisationnelles avant de déterminer et de suivre les événements de perte et d'effectuer une analyse statistique de leurs pertes⁸⁸. »

Pour utiliser des données externes, une société d'assurances déciderait si un rajustement est nécessaire et, dans l'affirmative, déterminerait la forme de rajustement. Au sujet de l'expérience des banques, Moscadelli déclare :

[traduction] « En général, si des différences importantes au chapitre du comportement des pertes étaient détectées dans certaines banques, des traitements statistiques efficaces (les « méthodes de rajustement ») devraient être exécutés de manière à rendre les données comparables et à faire en sorte que la fusion de toutes les bases de données permette de produire des estimations non biaisées (pour une proposition de rajustement récente, consulter Frachot et Roncalli, 2002, qui abordent le problème du jumelage des banques de données internes et externes)⁸⁹. »

Lorsque l'on utilise des données externes, il importe également d'en évaluer la pertinence. Dans *A brief overview of current approaches to operational risk under Solvency II*, Cante et coll. décrivent ainsi les problèmes que posent les données externes en assurances :

[traduction] « Toutefois, il s'est avéré difficile d'uniformiser la base de données de l'ORIC; cette opération est parfois sujette à des erreurs d'étiquetage et à l'incertitude au plan de l'homogénéité des données. Il existe également de l'incertitude au sujet du facteur de crédibilité qui doit être attribué aux données de l'industrie qui sont jumelées aux données de la société⁹⁰. »

Tripp et coll. analysent la collecte de données sur les pertes et les expositions. Ils soulignent deux points de vue opposés. Le premier met l'accent sur la conception du modèle; la collecte de données est ensuite effectuée d'après les exigences du modèle. Le second porte sur la sélection du modèle d'après la disponibilité des données. Les auteurs indiquent également [traduction] « qu'il est bien plus difficile de recueillir des données sur l'exposition car souvent, il n'existe pas de mesure commune convenue de l'exposition⁹¹. » Aux fins de leur étude de cas, ils décrivent une base de données simple au plan conceptuel qui porte sur les pertes imputables au risque opérationnel et qui est très semblable à la base de données des sinistres d'une société d'assurances, qui se compose des éléments suivants :

- La date de survenance de la perte;
- La date de déclaration de la perte;
- L'estimation initiale de la perte et la matérialisation de la perte;

⁸⁸ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 15.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

⁸⁹ Ibid., p. 18.

⁹⁰ Cante, N., Clark, D., Kent, J. et H. Verheugen. « A brief overview of current approaches to operational risk under Solvency II », dans *Milliman White Paper*, juillet 2012, p. 2. <http://uk.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/pdfs/current-approaches-operational-risk.pdf>.

⁹¹ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies » préparé par le Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 3.8.7. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

- La cause de la perte déclarée de manière cohérente avec la classification des risques de la société d'assurances;
- La conséquence de la perte (la façon dont la perte s'est manifestée).

Tripp et coll. déclarent que dans le cadre de la mise au point d'une base de données sur les pertes imputables au risque opérationnel, il convient d'étudier les questions suivantes :

- [traduction] « Comment évalue-t-on les pertes imputables à plus d'une cause? Le montant de la perte doit-il être partagé entre les diverses causes, ou le montant global doit-il paraître sous chaque cause?
- Les données sur les risques évités de justesse (incidents qui, au bout du compte, n'ont pas entraîné de perte monétaire) doivent-elles recueillies?
- De quelle façon doit-on élaborer une procédure sans attribution de blâme pour la déclaration des pertes réelles et les risques évités de justesse, et éviter la sous-déclaration?⁹² »

Parmi les autres considérations d'ordre pratique au chapitre des données, mentionnons entre autres :

- la rigueur des processus de collecte de données internes et les procédures visant à déclarer les répercussions des pertes imputables au risque opérationnel;
- la sélection des points de données à utiliser comme éléments des ateliers sur les scénarios (p. ex. 1 sur 20, 1 sur 50, et autres points de données) ou pour l'estimation des paramètres des modèles fréquence-sévérité ou réseaux bayésiens;
- le caractère robuste de la quantification de tous les points de données.

À titre de conclusion dans *Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach*, Dutta et Babbel mentionnent ce qui suit :

[traduction] « Si l'on peut tirer une conclusion des expériences relatées dans d'autres disciplines qui ont recours à des scénarios comme fondement pour mesurer et gérer l'incertitude, on peut affirmer qu'en temps opportun les données s'amélioreront légèrement (mais pas dans une large mesure). Nous devons chercher une méthode pour compenser le problème inhérent de la qualité des données⁹³. »

Pour les actuaires prenant part à la modélisation du risque opérationnel, il est important de respecter les normes de pratique actuarielle applicables qui portent sur la suffisance et la fiabilité des données, l'utilisation des travaux des pairs et les obligations au chapitre de la documentation et de la déclaration.

⁹² Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies » préparé par le Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 3.8.6.
<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

⁹³ Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012, p. 22.
<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

Utilisation d'un jugement d'expert

Compte tenu des défis que posent les données, de nombreuses organisations ont recours à des experts pour compléter les événements historiques liés aux pertes imputables au risque opérationnel. À cet égard, il serait important d'appliquer rigoureusement un jugement d'expert bien documenté et appuyé, dans la mesure possible, par des données.

Dans *Orientations pour l'examen des modèles internes lors de la phase de précandidature*, l'AEAPP établit les exigences de validation, de documentation, d'uniformité et de jugement d'expert dans les modèles internes. Le paragraphe 19 se lit comme suit :

« 1.55. Dans le cadre du processus de précandidature, les autorités nationales compétentes devraient apprécier la manière dont l'entreprise d'assurance ou de réassurance garantit que l'établissement de toutes les hypothèses, et notamment le recours à un jugement d'expert, suit un processus validé et documenté.

1.56. Les autorités nationales compétentes devraient apprécier la manière dont l'entreprise d'assurance ou de réassurance garantit que les hypothèses sont dérivées et utilisées de manière cohérente sur la durée et au sein de l'entreprise d'assurance ou de réassurance, et qu'elles conviennent pour l'utilisation prévue⁹⁴. »

L'un des défis mentionnés dans la documentation porte sur l'absence de méthodes permettant de jumeler l'opinion des experts et les données internes et externes pertinentes. Deux documents abordent les méthodes d'intégration de cette opinion :

- Lambrigger, D.D., Shevchenko, P.V. et M.V. Wüthrich. « The Quantification of Operational Risk using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinions », 4 juillet 2007;
- Shevchenko, P.V., et M.V. Wüthrich. « The structural modeling of operational risk via Bayesian inference: combining loss data with expert opinions », dans *Journal of Operational Risk*, août 2006.

Lambrigger et coll. ont construit un modèle d'inférence bayésien qui permet le jumelage de trois sources (c.-à-d. les données internes, les données externes et les opinions d'experts). Cette triple approche est ensuite confrontée à la méthode de Shevchenko et Wüthrich :

[traduction] « ... décrit l'utilisation d'un modèle d'inférence bayésien dans le contexte du risque opérationnel, aux fins de l'estimation des distributions de fréquence-sévérité dans une cellule de risque, où l'opinion d'experts ou les données externes sont utilisées pour établir une estimation des distributions précédentes. Il est ainsi possible de jumeler deux sources de données : soit l'opinion d'experts et les données internes, soit les données externes et les données internes⁹⁵. »

⁹⁴ AEAPP. « Orientations pour l'examen des modèles internes lors de la phase de précandidature », EIOPA-CP-13/011, p. 13.

https://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/guidelines/Pre_Application_of_Internal_Models/EIOPA_2013_00210000_FR_TRA.pdf.

⁹⁵ Lambrigger, D.D., Shevchenko, P.V. et M.V. Wüthrich. « The Quantification of Operational Risk using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinions », 4 juillet 2007, p. 3. [http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/\\$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf).

Unité de mesure/Granularité

L'unité de mesure représente le niveau ou degré de granularité utilisé pour analyser le capital de risque opérationnel d'une société d'assurances. Celle-ci peut calculer son capital de risque opérationnel pour plusieurs unités de mesure (p. ex. selon la branche d'assurance ou le type d'événement de perte imputable au risque opérationnel), puis grouper les estimations du capital. [traduction] « Les branches d'assurance de moindre envergure et(ou) les types d'événements de pertes moins courants sont fréquemment jumelés pour créer une seule unité de mesure⁹⁶. » L'entreprise est l'unité de mesure la moins granulaire.

Dans *Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)*, le Comité de Bâle déclare que la granularité [traduction] « reflète le niveau auquel le dispositif modélise séparément chaque exposition au risque opérationnel⁹⁷. » Dans le secteur bancaire, nous avons observé une diversité considérable quant au niveau de granularité des modèles de risque opérationnel. Ce niveau variable de granularité peut découler des préférences du modélisateur ou de différences réelles au titre des profils de risque opérationnel. Le Comité de Bâle commente davantage la diversité des approches :

[traduction] « L'approche la moins granulaire utilise une seule CRO (ou unité de mesure) pour toutes les expositions de la banque au risque opérationnel. Cette approche offre l'avantage de ne compter qu'une estimation de la distribution des pertes imputables au risque opérationnel, ce qui permet de grouper les données sur ce type de perte. Le groupement favorise l'analyse des questions relatives à la rareté des données. Cependant, cette approche peut ne pas tenir compte de la véritable nature des pertes sous-jacentes, car les pertes peuvent provenir de différentes sources de risque opérationnel et souvent, elles ne sont pas indépendantes.

Des approches plus granulaires évaluent les pertes éventuelles imputables au risque opérationnel par branche d'assurance et(ou) type d'événement de risque opérationnel. Ces approches permettent de saisir les différences au chapitre de l'exposition au risque opérationnel dans l'ensemble des branches d'assurance ou types d'événement⁹⁸. »

Dans une version antérieure de *Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach*, Dutta et Babbel (2010) traitent de l'unité de mesure dans le contexte de l'analyse de scénarios par les banques. Ils déclarent ce qui suit :

[traduction] « Une unité de mesure est pré-établie en fonction des décisions prises au sujet de la gestion des risques avant que les données du scénario soient générées.... La question de la sélection d'une unité de mesure est aussi importante que la recherche d'une distribution qui correspond à un ensemble de données ... nous préconisons vivement que les exigences de gestion des risques constituent le principal critère de sélection des unités de mesure⁹⁹. »

⁹⁶ Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012, p. 3.

<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

⁹⁷ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA) », Banque des règlements internationaux, juillet 2009, p. 6. <https://www.bis.org/publ/bcbs160b.pdf>.

⁹⁸ Ibid., p. 46.

⁹⁹ Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 24 septembre 2010, p. 7.

<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/10/10-10.pdf>.

L'un des volets les plus importants du processus de sélection d'une unité de mesure pour la modélisation du risque opérationnel porte sur l'agrégation de toutes les CRO modélisées. Dans *A Tale of tails: an empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital*, Dutta et Perry examinent la question de savoir si la mesure du capital de risque opérationnel au niveau de l'entreprise diffère de celle obtenue par agrégation du capital de risque opérationnel mesuré pour chaque branche d'assurance ou type d'événement en vertu d'une structure de dépendance. Ils analysent cette question d'après deux conditions extrêmes, l'indépendance (c.-à-d. l'absence de corrélation) et la comonotonie (c.-à-d. la simple addition des mesures du niveau de chaque risque) puis en comparent les résultats avec la mesure du capital de risque opérationnel au niveau de l'entreprise¹⁰⁰.

Dépendance

L'exposition à des processus ou facteurs structureaux courants (notamment ceux qui ont trait aux ressources humaines ou aux systèmes de technologie de l'information (TI), de même que des facteurs environnementaux (par exemple l'évolution du risque juridique associé à un processus opérationnel particulier) peuvent influencer sur plusieurs secteurs d'activité d'une société d'assurances, d'où une dépendance des CRO. Ces types de facteurs peuvent influencer la fréquence et/ou la sévérité observées des pertes et les résultats modélisés au titre du risque opérationnel à l'aide d'une approche fondée sur la fréquence/sévérité. La dépendance entre les CRO est également importante pour la quantification du capital de risque opérationnel à l'aide de réseaux bayésiens ou d'une analyse de scénarios.

Bâle II permet la prise en compte de la dépendance entre les CRO pour les banques à l'aide des AMA, afin de quantifier le risque opérationnel. Le paragraphe 669, qui porte sur les critères détaillés de l'utilisation des AMA, indique que :

Dans le calcul des exigences de fonds propres réglementaires, les estimations individuelles des divers types de risque opérationnel doivent être additionnées. La banque peut toutefois être autorisée à appliquer des coefficients de corrélation déterminés en interne entre ces estimations individuelles, à condition de démontrer à son autorité de contrôle que ses systèmes de détermination des coefficients de corrélation sont rationnels, mis en œuvre avec intégrité et tiennent compte des incertitudes inhérentes à toute estimation de corrélations (notamment en période de tensions). La banque doit valider ses hypothèses de corrélations à l'aide de techniques quantitatives et qualitatives appropriées¹⁰¹.

Dans *Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice*, Gourier et coll. examinent la question de la dépendance et le défi que pose le jumelage de la valeur à risque (VaR) pour différents secteurs d'activité (pour les banques) afin de calculer le capital requis. Ils déclarent ce qui suit :

[traduction] « Le calcul des exigences minimales de capital, soit la somme de la VaR pour l'ensemble des différents secteurs d'activité, suppose une dépendance parfaite entre eux.

¹⁰⁰ Dutta, K.K., et J. Perry. « A Tale of tails: an empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital », série de documents de travail, Federal Reserve Bank of Boston, n° 06-13, juillet 2006.

<https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/55646/1/514906588.pdf>.

¹⁰¹ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 669 d).

<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

Toutefois, d'une part, Frachot et coll. (2004b) prétendent qu'en vertu de leur structure, les modèles de risque opérationnel ne peuvent afficher des niveaux élevés de corrélation entre les pertes des différents secteurs d'activité, ce qui suppose que les charges de capital sont nettement surestimées. D'autre part, Embrechts et Puccetti (2006) soulignent que lorsque la VaR n'est pas sous-additive, la dépendance peut entraîner une sous-estimation du capital requis¹⁰². »

Tout comme la quantification du risque opérationnel, la modélisation des dépendances est un secteur en pleine évolution pour les sociétés d'assurances. Le choix de la démarche pour tenir compte de la dépendance peut influencer sensiblement l'estimation du capital requis. Parmi les approches les plus couramment utilisées par les sociétés d'assurances pour tenir compte des dépendances, mentionnons les copules et les matrices de corrélation. L'analyse de la théorie qui sous-tend ces approches dépasse la portée du présent document de recherche. Les intéressés sont priés de consulter les documents de référence pour obtenir davantage de précisions.

Trois documents mettent l'accent sur la dépendance et la quantification du risque opérationnel pour les banques :

- Dalla Valle, L., Fantazzini, D. et P.Giudici. « Copulae and Operational Risks », dans *International Journal of Risk Assessment and Management*, vol. 9, n° 3, 2008;
- Frachot, A., Roncalli, T. et E. Salomon. *The Correlation Problem in Operational Risk*, Groupe de Recherche Opérationnelle, Gestion du risque collectif, Crédit Agricole SA, France, 23 janvier 2004;
- Gourier, E., Farkas, W. et D. Abbate. « Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice », dans *The Journal of Operational Risk* (3-26), Volume 4/Numéro 3, automne 2009.

Selon les conclusions des deux premiers documents, il est possible de faire d'importantes économies de capital en effectuant une réflexion efficace au sujet de la dépendance dans le cadre de la quantification du risque opérationnel. Dans le troisième document, les auteurs font rapport des résultats d'une étude empirique comportant des données à queue très épaisse. Gourier et coll. déclarent : [traduction] « nous prouvons que la réflexion économique standard au sujet de la diversification des risques peut ne pas convenir dans le cas de distributions infinies-moyennes, qui sont normales en risque opérationnel¹⁰³. »

Dans *Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study*, Chapelle et coll. modélisent la dépendance de pertes agrégées (pour les banques) à l'aide de copules pour jumeler les distributions marginales des différentes CRO et ne former qu'une distribution commune. Ils indiquent que les copules possèdent [traduction] « des propriétés théoriques plus attrayantes que la corrélation linéaire classique dans le cas des distributions non elliptiques, comme celles qui ont cours en modélisation du risque opérationnel¹⁰⁴. »

¹⁰² Gourier, E., Farkas, W. et D. Abbate. « Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice », dans *The Journal of Operational Risk* (3-26), Volume 4/Numéro 3, automne 2009, p. 19.
http://www.risk.net/digital_assets/4682/jop_v4n3a1.pdf.

¹⁰³ Ibid., p. 3.

¹⁰⁴ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007, par. 2.4. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

La corrélation et la dépendance font partie des sujets abordés dans les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA*. Dans son rapport sur les pratiques courantes (juin 2011), le Comité de Bâle mentionne ce qui suit :

- [traduction] « les approches des banques au chapitre de la modélisation de la dépendance sont très différentes; en effet, 29 % des banques mentionnent qu'elles ne modélisent pas la dépendance ou les estimations de corrélation dans leurs AMA;
- lorsque les banques intègrent la dépendance dans leurs AMA, elles s'en remettent principalement au jugement d'experts (40 %), puis aux données internes sur les pertes (36 %) et aux données externes (17 %);
- les copules représentent l'approche la plus courante (43 %) lorsque la dépendance est utilisée dans le processus de modélisation, et ce sont les copules gaussiennes qui sont le plus souvent utilisées;
- moins de 20 % des banques visées par les AMA (17 %) ont déclaré qu'elles utilisent une matrice de corrélation pour modéliser la dépendance;
- de nombreuses banques (31 %) utilisent d'autres méthodes que les copules ou une matrice de corrélation;
- enfin, la plupart des répondants qui intègrent la dépendance à leur processus de modélisation utilisent la dépendance à titre d'élément du modèle par le biais de pertes agrégées¹⁰⁵. »

Les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA* liées à la corrélation et à la dépendance portent sur des considérations d'ordre pratique. Celles-ci sont également pertinentes pour les sociétés d'assurances qui modélisent le risque opérationnel. Ces lignes directrices se lisent comme suit :

[traduction] « 228. Les hypothèses de dépendance doivent être appuyées dans toute la mesure du possible par une analyse des données empiriques, jumelée à un jugement d'expert. Il est important de savoir que l'utilisation de données internes et externes pour modéliser la dépendance pose des défis, car les limites des données observées dans le contexte univarié (modélisation des distributions de pertes pour des CRO individuelles) sont susceptibles d'être plus élevées dans le contexte multivarié (modélisation de plusieurs CRO). Le recours au jugement pour modéliser la dépendance présente ses propres défis; il est plus difficile d'appliquer des estimations exactes mais subjectives dans le contexte multivarié que dans l'environnement univarié. En principe, la spécification de structures de dépendance constitue l'un des plus importants défis dans la modélisation des AMA.

229. Les hypothèses relatives à la dépendance doivent être conservatrices compte tenu de l'incertitude qui caractérise la modélisation de la dépendance au titre du risque opérationnel. Par conséquent, les structures de dépendance examinées ne doivent pas se limiter à celles fondées sur une loi normale ou quasi normale (p. ex., distributions t de Student avec plusieurs degrés de liberté), puisque la normalité peut sous-estimer l'ampleur de la dépendance entre les événements aux extrémités.

¹⁰⁵ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 44. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

230. Le degré de conservatisme devrait augmenter quand diminuent la rigueur du modèle de dépendance et la fiabilité des estimations de capital requis qui en résultent. Par conséquent, il faudrait attribuer un degré de rigueur très élevé aux modèles qui supposent l'indépendance statistique dans tous les événements de perte. Il pourrait être difficile d'atteindre cette rigueur en raison de l'évolution de la modélisation de la dépendance au titre du risque opérationnel. Il importe de savoir que le compromis entre la rigueur et le conservatisme ne sera efficace qu'à l'intérieur de certaines limites; les autorités de contrôle n'accepteraient pas un niveau de conservatisme élevé pour compenser une approche de dépendance plombée de lacunes fondamentales.

231. Les pertes au sein de chaque CRO devraient être indépendantes l'une de l'autre¹⁰⁶. Dans le cas contraire, la dépendance au sein de la CRO est modélisée explicitement ou les données d'entrée devraient être modifiées pour faire en sorte que les pertes individuelles soient indépendantes¹⁰⁷.

232. Le choix de la granularité ne devrait pas influencer de manière inadéquate sur la dépendance. Par exemple, bon nombre de cadres de gestion du risque opérationnel supposent l'indépendance statistique entre les pertes faisant partie de la même CRO. Dans la mesure où le cadre de la banque ne compte que quelques CRO, les répercussions de la dépendance pourraient être incorrectement minimisées. Dans ce cas, il vaudrait peut-être mieux ajouter simplement des estimations de capital dans toutes les CRO.

233. Une banque devrait procéder à des analyses de sensibilité et à une simulation de crise (p. ex., différentes valeurs de paramètre et différents modèles de corrélation) à l'égard de l'effet d'autres hypothèses de dépendance sur les exigences estimatives de capital pour risque opérationnel. Une banque devrait instaurer un rigoureux processus dans lequel sont précisées les conditions dans lesquelles les résultats fondés sur les autres hypothèses de dépendance donneraient lieu à une révision des exigences estimatives de capital pour risque opérationnel.

234. Compte tenu de l'évolution de la modélisation de la dépendance au titre du risque opérationnel, il pourrait être difficile de différencier de façon significative l'impact de la dépendance dans deux banques différentes. On s'attendrait donc à un certain degré d'uniformité des répercussions globales de la dépendance entre les banques¹⁰⁸. »

Les documents sur le risque opérationnel à l'intention des sociétés d'assurances renferment de fréquents avertissements au sujet des problèmes liés à la modélisation de la dépendance. Dexter et coll. commentent la corrélation entre les CRO destinées aux sociétés d'assurances et ils font remarquer que même si les données sont disponibles, il est difficile d'établir des corrélations fiables entre les CRO. Compte tenu de la rareté des données, Dexter et coll. recommandent une approche pragmatique pour établir des hypothèses de corrélation. Ils prétendent qu'il est raisonnable d'appliquer une hypothèse de base prévoyant l'absence de

¹⁰⁶ Puisqu'il pourrait être difficile de prouver statistiquement l'indépendance des pertes au sein d'une CRO, il pourrait convenir de recourir à des arguments logiques solides pour évaluer l'indépendance de ces pertes. Par exemple, les pertes découlant d'une même cause profonde ne seraient habituellement pas réputées indépendantes.

¹⁰⁷ Il est possible d'y parvenir, par exemple en intégrant des données qui présentent une forte dépendance croisée dans un seul point de donnée.

¹⁰⁸ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, pp. 44-45. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

corrélation entre les CRO lorsqu'il n'existe aucun facteur commun précis. Ils suggèrent également le groupement des CRO avant la modélisation, de manière à réduire le nombre requis d'estimations de corrélation, plus particulièrement si l'on soupçonne une forte corrélation entre quelques CRO. Les risques peuvent être groupés dans au moins une catégorie fonctionnelle, géographique ou de Bâle comportant une corrélation standard supposée, notamment 1,0, au sein du groupe¹⁰⁹.

L'une des principales constatations issues de la recherche de Corrigan et Luraschi est la suivante :

[traduction] « Les méthodes de résumé statistique abstraites, telles les corrélations et les copules, signifient qu'il peut être difficile d'étalonner et d'expliquer les résultats modélisés, tout comme l'absence de robustesse des estimations de pertes graves, compte tenu de la rareté des données historiques sur les pertes et du fait que les gens éprouvent de la difficulté à établir une estimation d'un événement se produisant aux 200 ans ou aux 1 000 ans¹¹⁰.

Leur document renferme de brèves descriptions de quatre types de copules : gaussienne, t de Student, d'Archimède et de Gumbel. Ils terminent la section sur les copules en faisant remarquer que [traduction] « le principal défi que pose l'utilisation de copules réside dans le fait qu'il faut une très grande quantité de données pour établir un étalonnage robuste, dont l'ordre de grandeur est supérieur à celui des ensembles de données actuellement disponibles pour le risque opérationnel¹¹¹. »

Dexter et coll. commentent également la corrélation entre le risque opérationnel et d'autres catégories de risque. Ils analysent une approche fondée sur une matrice de corrélation, ils décrivent le processus d'établissement d'hypothèses de corrélation, et concluent par un exemple mettant en cause une société d'assurance-vie.

Nature itérative de la construction de modèles

Le processus de construction de modèles efficaces (c.-à-d. des approches en matière de quantification du risque opérationnel) se veut itératif. Selon Tripp et coll., [traduction] « les modèles et les données requises seront améliorés dans la foulée de l'expérience acquise et des leçons tirées¹¹². » Cet énoncé vaut pour tout type de modèle utilisé pour quantifier le risque opérationnel, notamment les trois approches décrites en détail dans le présent document de recherche.

Analyse coûts-bénéfices de la modélisation avancée du risque opérationnel

Dans la conclusion de leur rapport, Chapelle et coll. abordent la question du coût par rapport aux bénéfices; ils y déclarent ce qui suit :

¹⁰⁹ Dexter, N., Ford, C., Jakahria, P., Kelliher, P., McCall, D. et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », Groupe de travail sur le risque opérationnel en assurance-vie, 2006, p. 30.
www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf.

¹¹⁰ Corrigan, J., et Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 6. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

¹¹¹ Ibid., p. 31.

¹¹² Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G. L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 3.8.4.
<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

[traduction] « Pour la prochaine question de recherche, l'analyse des coûts et des bénéfices de l'adoption des AMA plutôt qu'une méthode moins complexe, nous pouvons tirer deux grandes conclusions. Premièrement, le comportement de pertes extrêmes dans les bases de données externes, de même que la structure de la dépendance des pertes opérationnelles entre les secteurs d'activité et(ou) les types d'événements, sont tous deux susceptibles d'influer sensiblement sur les propriétés des coûts-bénéfices à l'intérieur du choix d'une AMA. Un régime efficace appliqué aux données externes permet d'améliorer l'analyse de la queue de la distribution des pertes. En outre, puisque les AMA visent à saisir les événements rares, elles ont tendance à être trop conservatrices lorsque l'on adopte l'hypothèse de base touchant les frais de capital additifs (corrélation parfaite). L'estimation de l'exposition au risque est sensiblement réduite lorsque l'on tient raisonnablement compte de la dépendance.

Deuxièmement, l'écart des charges de capital entre l'approche standard et les AMA et, par conséquent le coût d'opportunité lié à l'adoption (ou non) d'un système complexe de gestion du risque opérationnel dépend dans une large mesure du facteur de pondération discrétionnaire attribué aux secteurs d'activité. Les banques ne devraient pas tenir pour acquises les réductions de capital lorsqu'elles adoptent une AMA bien étalonnée, car le choix de l'approche standard peut être attrayant pour certaines banques aux prises avec un risque supérieur à la moyenne, mais non attrayant pour d'autres. À cet égard, notre analyse des compromis entre les coûts et les bénéfices dans le cadre de l'adoption d'un système intégral de gestion du risque opérationnel est moins normative que son contenu méthodologique. En supposant des scénarios contrôlés, nous constatons que les actions posées par la direction sont susceptibles de produire une amélioration importante de la rentabilité de l'institution, rajustée en fonction des risques. L'arbitrage entre les diverses actions de la direction est en grande partie fonction de la distribution du comportement de la perte globale de chaque secteur d'activité et du type d'événement. Ce genre d'analyse des avantages tirés de la gestion du risque opérationnel doit être jumelé à un point de vue plus sectoriel du coût de ces types d'actions, ce qui dépasse la portée de la présente recherche¹¹³. »

Contexte opérationnel et vigueur des programmes de gestion existants

Aue et Kalkbrener discutent de la question d'un milieu changeant dans le contexte des modèles utilisés pour quantifier le risque opérationnel. Même si leur document met l'accent sur l'approche fréquence-sévérité, le message général est également applicable aux deux autres méthodes utilisées pour quantifier le risque opérationnel, qui sont décrites en détail dans le présent document de recherche. Les auteurs déclarent :

[traduction] « Outre les scénarios de perte générés, des modèles fondés sur l'approche de matérialisation des pertes reposent principalement sur les données relatives aux pertes et ils sont rétrospectifs. Il est donc important d'intégrer un élément qui tienne compte, en temps opportun, de l'évolution du contexte opérationnel et de contrôle ... Les formes des ajustements varient en forme et en complexité, et les processus de collecte de l'information pertinente sont différents d'une institution financière à l'autre. Au sein de l'industrie, la

¹¹³ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007: par. 5. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

pratique courante consiste à rassembler les données dans un mécanisme de notation qui convertit l'information qualitative en valeurs numériques. Les principales formes d'ajustement qualitatif utilisent des données à partir des principaux indicateurs de risque (PIR) et de l'autoévaluation des risques¹¹⁴. »

Les ajustements qualitatifs pourraient être intégrés dans différentes composantes d'un modèle de quantification; le jugement d'expert continue de jouer un rôle important à cet égard. Aue et Kalkbrener mentionnent également l'importance de la transparence dans l'utilisation des ajustements qualitatifs pour accroître l'acceptation de la méthodologie par l'entreprise.

Cette question demeure un point qui exige une recherche plus poussée car, du point de vue statistique, il est difficile de justifier l'application directe des ajustements qualitatifs au capital économique du risque opérationnel. Aue et Kalkbrener déclarent qu'il s'agit [traduction] « ...de l'un des principaux défis que pose l'élaboration de la prochaine génération de modèles de l'approche de matérialisation des pertes¹¹⁵. » Cette constatation s'applique également à d'autres types de modèles utilisés pour quantifier le risque opérationnel.

Validation de la stabilité du processus de gestion du capital

Dans *Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)*, le Comité de Bâle décrit un certain nombre de processus et d'activités qui peuvent servir à évaluer et valider la stabilité du processus de mesure du capital et ses résultats. Au titre de ces activités, mentionnons :

- la validation interne continue des intrants des modèles, des méthodes et des extrants des modèles afin de déterminer si les modèles fonctionnent comme prévu et si les résultats respectent les diverses fins internes et de surveillance;
- l'examen du processus et des systèmes de mesure du risque opérationnel par la fonction d'audit interne;
- l'analyse approfondie de la sensibilité de chaque hypothèse importante des modèles afin de bien comprendre la variation du capital qui en découle. Une analyse de ce genre est particulièrement importante pour les hypothèses et les décisions de modélisation qui sont très subjectives;
- une analyse d'incertitude ou une évaluation de l'exactitude du montant de capital pour le risque opérationnel. À cette fin, la somme de capital serait majorée d'intervalles de confiance suffisants pour déterminer la variabilité éventuelle de l'estimation de point;
- le contrôle ex post des estimations de capital pour mesurer la performance des modèles sélectionnés par rapport aux pertes réelles;
- une analyse comparative des estimations de capital produites par modélisation d'autres indicateurs de l'exposition au risque opérationnel (p. ex. les indicateurs de gestion du risque financier ou opérationnel).

Aue et Kalkbrener traitent également du contrôle ex post et de l'analyse comparative. Ils définissent ainsi le contrôle ex post : [traduction] « la mise à l'essai séquentielle d'un modèle dans un contexte réel pour vérifier l'exactitude des prévisions¹¹⁶. » Dans la pratique, le contrôle ex post peut être effectué par comparaison des

¹¹⁴ Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007, p. 38.

http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

¹¹⁵ Ibid., p. 39.

¹¹⁶ Ibid., p. 45.

extrants du modèle et les résultats réels sur une période déterminée. En raison des limites inhérentes des données sur les pertes, il est difficile d'appliquer aux modèles de risque opérationnel cette approche de validation, qui est souvent utilisée pour élaborer des modèles de risque. Les méthodes précises d'exécution des contrôles ex post ne font pas partie de la portée du présent document de recherche.

Les documents de référence qui se rapportent au risque opérationnel mentionnent également que les comparaisons par rapport aux analyses comparatives pertinentes constituent une autre technique de validation des modèles. Les analyses comparatives peuvent révéler l'uniformité avec celles d'autres organisations semblables. Certaines analyses comparatives proposées renferment une comparaison des éléments suivants :

- les exigences de capital d'une société d'assurances ou d'une banque pour le risque opérationnel par rapport aux exigences semblables imposées à des pairs proches;
- les exigences de capital modélisées pour risque opérationnel par rapport aux exigences de capital réglementaire standard;
- les extrants des modèles par rapport aux scénarios défavorables extrêmes mais réalistes.

Aue et Kalkbrener soulignent les limites du recours aux analyses comparatives. Même si ces analyses peuvent renfermer des consignes sur l'à-propos du niveau de capital pour risque opérationnel d'une société d'assurances établi à l'aide d'un modèle interne, il subsiste d'importantes limites. Les comparaisons avec des pairs n'indiquent pas nécessairement que le niveau de capital calculé convient aux risques précis d'une société d'assurances particulière. Puisque les formules standard utilisées pour calculer le capital réglementaire dans bon nombre de pays représentent des méthodes non sensibles au risque et que les approches de quantification fondées sur la modélisation sont sensibles au risque, la valeur des comparaisons par rapport aux exigences de capital réglementaire serait douteuse. La validation au moyen de scénarios [traduction] « est très subjective et elle exige d'importantes ressources pour établir avec précision un vaste profil de risque opérationnel »¹¹⁷ à l'intention d'une organisation.

Approche fréquence-sévérité

Structure, introduction et sources

Structure

La description de l'approche fréquence-sévérité est structurée de la façon suivante :

- Structure, introduction et sources;
- Caractéristiques des pertes imputables au risque opérationnel et répercussions sur l'approche fréquence-sévérité;

¹¹⁷ Aue, F. et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007, p. 48.
http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

- Théorie des valeurs extrêmes (y compris l'introduction, les principales hypothèses de la théorie au chapitre des données, la correspondance de la loi de Pareto généralisée (GPD) appliquée à la sévérité, et la mise à l'essai de la qualité de l'ajustement de la GPD appliquée à la sévérité);
- Distribution de fréquences;
- Pertes agrégées;
- Défis de l'analyse de fréquence-sévérité et méthodes appliquées à la théorie des valeurs extrêmes;
- Considérations d'ordre pratique.

Introduction

Le recours à l'analyse de la fréquence-sévérité est bien documenté dans les ouvrages d'actuariat appliqués aux assurances générales. Dans le contexte de Bâle II, cette analyse est désignée *approche de distribution des pertes* (ADP). Dutta et Babbel soulignent [traduction] « qu'en raison des similitudes entre les pertes opérationnelles et les pertes au titre de l'assurance IARD, la méthode de mesure repose fondamentalement sur l'ADP, qu'utilisent les actuaires pour tarifier l'assurance IARD¹¹⁸. »

L'ADP est décrite ainsi par Chapelle et coll. :

[traduction] « ... technique paramétrique qui consiste à évaluer de façon distincte une distribution de la fréquence d'occurrence des pertes opérationnelles et une distribution de la sévérité de l'impact économique des pertes individuelles. Pour dégager la distribution totale des pertes opérationnelles, ces deux distributions sont ensuite jumelées au moyen de la n -convolution de la distribution de la sévérité, où n est une variable aléatoire qui suit la distribution de la fréquence¹¹⁹. »

Pour les banques qui respectent les exigences de l'AMA en vertu de Bâle II, l'ADP comprendrait :

- des catégories homogènes d'observations internes permettant de calculer les distributions univariées de pertes opérationnelles liées à chaque type d'événement de perte;
- l'intégration des données externes sur les pertes afin d'améliorer la forme de la partie extrême de la queue de la distribution;
- une analyse conjointe des catégories d'événements de perte pour tenir compte de la dépendance possible entre les distributions univariées.

Le principe de base d'une analyse de fréquence-sévérité consiste à calculer le nombre de sinistres et la valeur moyenne (c.-à-d. la sévérité) de chaque sinistre à l'aide de modèles statistiques distincts. Les paramètres des modèles sont établis en faisant correspondre les données historiques et une variété de distributions avec le concours d'experts, ou d'une combinaison de données et de l'aide d'experts.

¹¹⁸ Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012, p. 3.

<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

¹¹⁹ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007, par. 2.1. <http://finance.flemingeuropa.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

Sources

Le présent document de recherche se fonde principalement sur les sources suivantes :

- Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007;
- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011;
- Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007;
- Chavez-Demoulin, V., Embrechts, P. et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la *Federal Reserve Bank of Boston*, 18 au 20 mai 2005;
- Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, février 2013;
- Dutta, K.K., et D.F. Babel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012;
- Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », Credit Suisse Group, Swiss Re et UBS AG par l'entremise de RiskLab, Suisse, 2003;
- Frachot, A., Georges, P. et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach for Operational Risk », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, 25 avril 2001;
- Frachot, A., Moudoulaud, O. et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach in Practice », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, mai 2003;
- Section conjointe de la gestion des risques de la Society of Actuaries, de l'Institut canadien des actuaires et de la Casualty Actuarial Society. « A New Approach for Managing Operational Risk », juillet 2010;
- Lambrigger, D.D., Shevchenko, P.V. et M.V. Wüthrich. « The Quantification of Operational Risk using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinions », 4 juillet 2007;
- M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004;
- Neil, M., Marquez, D. et N. Fenton. « Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », The Capco Institute – *Journal for Financial Transformation*.

Caractéristiques des données sur les pertes imputables au risque opérationnel et répercussions sur l'approche fréquence-sévérité

Les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA* renferment de précieuses consignes aux fins de l'utilisation d'une approche de fréquence-sévérité. À la section intitulée « Identification of the probability distributions », le Comité de Bâle indique ce qui suit :

[traduction] « Les distributions de sévérité jouent un rôle crucial dans les modèles de l'AMA. Les modèles renferment des données de queue moyennement et très épaisses; le résultat final est sensiblement influencé par la distribution choisie. L'incidence du choix des distributions de fréquence sur le résultat final est moins importante¹²⁰. »

Moscadelli décrit ainsi les données sur les pertes imputables au risque opérationnel :

[traduction] « En effet, les données sur le risque opérationnel semblent caractérisées par deux « éléments » : le premier, qui relève d'événements de fréquence élevée et de faible impact, constitue le corps de la distribution et il s'entend des pertes prévues; le second, se fonde sur des événements de faible fréquence et à grand impact; il représente la queue de la distribution et il porte sur les pertes imprévues. Dans la pratique, le corps et la queue des données n'appartiennent pas nécessairement à la même distribution sous-jacente ou même à des distributions d'une même famille. Le plus souvent, leur comportement est si différent qu'il est difficile de dégager un modèle classique qui peut à la fois décrire de façon exacte les deux « éléments » des données¹²¹. »

Par conséquent, les données sur les pertes imputables au risque opérationnel affichent une tendance fortement asymétrique et aplatie. L'aplatissement provient d'une concentration de points de données à plus faible valeur de perte, et l'asymétrie est attribuable à la présence de points de données extrêmes, les points de données ayant le plus d'impact représentant parfois plusieurs multiples de la valeur moyenne.

L'analyse de la sévérité des événements liés au risque opérationnel pose un problème : les distributions classiques ne fournissent pas un ajustement raisonnable à la gamme complète des observations. Par conséquent, les éléments de sévérité sont habituellement modélisés séparément pour les événements à grande fréquence et à faible sévérité (également désignés événements ordinaires) et les événements à faible fréquence et à sévérité élevée. Aux fins de la modélisation de la sévérité des événements ordinaires, les distributions courantes comprennent celles-ci :

- la loi lognormale;
- la loi de Pareto;
- la loi gamma;
- la loi de Weibull;
- la loi exponentielle;

¹²⁰ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 39. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

¹²¹ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 27. http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

- la loi bêta.

Corrigan et Luraschi déclarent que les distributions empiriques et les splines sont parfois utilisées¹²². Embrechts et coll. décrivent brièvement quatre méthodes pour déterminer la fonction de distribution composée au titre des pertes : l'approximation, les méthodes d'inversion, les méthodes récurrentes (la récurrence de Panjer), et la simulation. La simulation de Monte Carlo est la méthode la plus souvent invoquée dans d'autres sources.

Moscadelli présente plusieurs lacunes issues d'un mélange de distributions, y compris une complexité accrue, donc moins de facilité au chapitre de la manutention. Il déclare que la théorie rigoureuse n'appuie pas le choix arbitraire que comprend la sélection d'un mélange de distributions. Enfin, il estime que la confiance est moindre lorsque l'on extrapole les résultats au-delà des données empiriques¹²³.

L'approche privilégiée que l'on trouve fréquemment dans les documents de référence relatifs à la modélisation des événements de perte à faible fréquence et à sévérité élevée au titre du risque opérationnel est la théorie de valeur extrême (EVT). L'EVT s'intéresse davantage aux valeurs extrêmes qu'aux mesures de la tendance centrale (c.-à-d. la moyenne). Dans *A New Approach for Managing Operational Risk*, la Section conjointe de la gestion des risques de la Society of Actuaries, de l'Institut canadien des actuaires et de la Casualty Actuarial Society met en opposition la pertinence des mesures de la tendance centrale (la moyenne, le mode et la médiane) et les valeurs extrêmes (les valeurs aberrantes) lorsqu'elle insère les distributions de fréquence-sévérité dans la méthode utilisée pour la quantification du risque opérationnel. Elle mentionne ce qui suit :

[traduction] « Dans la plupart des analyses statistiques, dans le but de mieux comprendre la tendance centrale, la moyenne n'est pas une mesure fiable parce qu'elle est influencée par les valeurs aberrantes. Par conséquent, la plupart des statisticiens préfèrent utiliser la médiane (la valeur milieu) ou le mode (l'observation la plus courante). Toutefois, puisque la moyenne comporte de nombreuses propriétés utiles, plusieurs statisticiens ont encore recours à cette mesure. Cependant, pour que la moyenne constitue une meilleure représentation de la tendance centrale, il est devenu acceptable de retirer les valeurs aberrantes.

En analyse de risque, le contraire est vrai, tout particulièrement en GRO [gestion du risque opérationnel], car les risques importants sont caractérisés par d'imposants événements rares. En modélisation du risque opérationnel, ce sont les valeurs aberrantes qui sont les plus pertinentes¹²⁴. »

Les techniques statistiques classiques mettent l'accent sur la moyenne et n'établissent pas une estimation de la valeur des pertes imposantes; par ailleurs, l'EVT ne tient pas compte de la majorité des données sous-jacentes sur les pertes, et elle se concentre sur la queue de la distribution. L'EVT est utile pour analyser des événements rares, et plusieurs CRO montrent des propriétés qui requièrent une analyse de l'EVT.

¹²² Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modeling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 22. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

¹²³ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 27.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

¹²⁴ Section conjointe de la gestion des risques de la Society of Actuaries, de l'Institut canadien des actuaires et de la Casualty Actuarial Society. « A New Approach for Managing Operational Risk », juillet 2010, p. 48. <http://www.soa.org/Files/Research/Projects/research-new-approach.pdf>.

[traduction] « Le principal attrait de l'EVT réside dans une série de méthodes toutes faites pour solutionner un important problème d'analyse quantitative du risque opérationnel (AMA), c.-à-d. comment modéliser convenablement les événements qui sont à la fois extrêmes et rares¹²⁵. »

Dans son analyse de l'EVT, Moscadelli cite respectivement Diebold et coll. (1998) et Smith (1987) :

[traduction] « L'EVT aide l'analyste à tracer des courbes lisses qui côtoient les queues extrêmes des fonctions de survie empiriques en se fondant sur une théorie puissante; elle constitue donc un complément rigoureux à des solutions de rechange telles l'analyse graphique ou les fonctions de survie empiriques.

Il subsistera toujours un élément de doute lorsque l'on extrapole dans des domaines que l'on ne connaît pas. Mais l'EVT utilise le plus efficacement possible des données que l'on possède au sujet d'un phénomène extrême¹²⁶. »

Théorie de la valeur extrême

Introduction

Les techniques de base en matière de fréquence-sévérité ne sont pas habituellement conçues pour l'analyse de la queue d'une distribution. La quantification du risque opérationnel afin de calculer le capital (réglementaire et économique) exige toutefois une analyse de la queue de la distribution. L'EVT peut servir à faire correspondre un modèle à la queue d'une distribution de perte, uniquement à l'aide des événements extrêmes.

Le volet crucial de l'EVT réside dans le choix du seuil pour pertes importantes. Une méthode sup-seuil (POT) est utilisée pour déterminer un seuil et étalonner une distribution des pertes extrêmes imputables au risque opérationnel à l'aide de toutes les observations au-delà du seuil choisi. Dans l'analyse de la distribution de sévérité des pertes importantes, Chapelle et coll. font remarquer ce qui suit :

[traduction] « La procédure se fonde sur les résultats de Balkema et de Haan (1974) et de Pickands (1975), qui indiquent que pour une vaste catégorie de distributions, les valeurs des variables aléatoires au-delà d'un seuil suffisamment élevé U suivent une loi (distribution) de Pareto généralisée (GPD) avec paramètres ξ (l'indice de forme, ou paramètre de queue), β (l'indice d'échelle) et U (l'indice de localisation). On peut donc imaginer la GPD comme la distribution conditionnelle de X étant donné que $X > U$ ¹²⁷. »

Une méthode d'EVT appuie les exigences rigoureuses de Bâle II touchant le niveau du quantile pour les banques et de Solvabilité II pour les sociétés d'assurances. [traduction] « Dans les applications de gestion des risques, c'est la zone de queue $x > u$ (pour les valeurs élevées de u) qui compte et il s'agit de la région

¹²⁵ Chavez-Demoulin, V., Embrechts, P. et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la *Federal Reserve Bank of Boston*, 18 au 20 mai 2005, p. 3. http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.

¹²⁶ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 27.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

¹²⁷ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007, par. 2.2.2. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

où s'insère l'EVT¹²⁸. » À l'aide de la GPD, les mesures du risque extrême (p. ex. la VaR pour les niveaux de confiance élevés) peuvent être calculées à l'aide de formules paramétriques simples.

Le présent document de recherche met l'accent sur les principales hypothèses et les répercussions pratiques de l'utilisation d'une méthode de fréquence-sévérité et, en particulier, de l'EVT. Nous ne reprenons pas la théorie ou la justification du recours à l'EVT, et nous ne décrivons pas les étapes de l'application de l'EVT. Nous proposons plutôt au lecteur de nombreux autres documents qui abordent ces questions. Chacun des documents invoqués renferme de multiples renvois à d'autres documents renfermant des suppléments d'information.

Principales hypothèses de l'EVT se rapportant aux données

Au titre des principales hypothèses qui sous-tendent les analyses de l'EVT, mentionnons :

- les observations sont des variables aléatoires indépendantes et distribuées de façon identique (iid);
- les données sont stationnaires¹²⁹.

L'hypothèse iid sous-entend que [traduction] « l'aspect temporel au-delà de l'indexation est négligeable et il n'y a aucun changement de structure important dans les données observées au fil du temps¹³⁰. » Les défis que pose l'hypothèse de la stationnarité des données sont examinés dans de nombreux documents, notamment dans Embrechts et coll. La non-stationnarité peut être attribuable à :

- des biais de survie, c.-à-d. le fait que des données relatives à des événements passés de pertes imputables au risque opérationnel n'auraient peut-être pas survécu dans la base de données actuelle;
- des biais de déclaration en vertu desquels la fréquence et la sévérité augmentent au fil du temps en raison de la sensibilisation accrue et de la déclaration des pertes imputables au risque opérationnel;
- l'évolution du contexte extérieur (p. ex. le contexte économique, réglementaire et juridique) ou intérieur (p. ex. le chiffre d'affaires, les caractéristiques organisationnelles et les systèmes de contrôle interne).

Moscadelli, Embrechts et coll. soulignent que les non-stationnarités doivent être modélisées avant l'analyse de l'EVT. Moscadelli déclare :

[traduction] « ... la situation de non-stationnarité peut déformer les résultats des modèles statistiques appliqués, qui reposent principalement sur l'hypothèse iid; les auteurs soulignent donc l'importance de la modélisation de la non-stationnarité des données avant qu'une analyse statistique ne puisse être exécutée¹³¹. »

¹²⁸ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re et UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003, p. 8.

¹²⁹ *Stationnarité* : Qualité d'un processus dans lequel les paramètres statistiques (moyenne et écart-type) ne changent pas au fil du temps (Challis et Kitney, novembre 1991).
<http://etclab.mie.utoronto.ca/people/moman/Stationarity/stationarity.html>, page consultée le 20 janvier 2014.

¹³⁰ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re et UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003, p. 9.

<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

¹³¹ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 17.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

Moscadelli indique également que si les pertes sont fondées sur une période moyennement courte, par exemple, un ou deux ans, le risque de non-stationnarité attribuable aux biais de survie ou à l'évolution du contexte doit être réduit¹³². Toutefois, il faut habituellement établir un calendrier dépassant deux ans pour recueillir les données nécessaires au respect des exigences réglementaires et rassembler suffisamment de données sur les pertes.

Adaptation de la GPD de sévérité

Le but premier de l'analyse de l'EVT consiste à déterminer la courbe qui explique le mieux le comportement de la sévérité des pertes dans la queue de la distribution. Les distributions paramétriques conviennent bien aux ensembles de données pour obtenir des estimations des paramètres; celles-ci peuvent être calculées à l'aide d'une estimation du maximum de vraisemblance ou des moments pondérés par la probabilité¹³³. L'adaptation de la GPD dépend de la valeur seuil (u) et des données sur l'excédent (c.-à-d. les données sur les pertes initiales réduites du seuil choisi). Deux paramètres (ξ et β) font l'objet d'une estimation à partir des données sur l'excédent, où ξ représente la forme, c.-à-d. l'épaisseur de la queue de la distribution, et β représente l'échelle.

La clé de l'analyse de l'EVT est le choix d'une valeur seuil (u). Pour obtenir une estimation empirique fiable de la fonction de distribution, le seuil serait fixé à un niveau offrant suffisamment d'observations supérieures à u .

Dans son examen du choix d'un seuil, Moscadelli déclare ce qui suit :

[traduction] « Un élément clé de la modélisation de la GPD réside dans le choix du seuil, c.-à-d. le point où débute la queue. Le choix de u doit être suffisamment vaste pour respecter la condition de la loi de la limite (condition théorique : u doit tendre vers le point de droite x_F), tout en laissant suffisamment d'observations pour l'estimation (condition pratique). En outre, une conclusion par inférence au sujet du paramètre de forme – qui, comme il a été noté, régit l'épaisseur de la queue – devrait être insensible au relèvement du seuil au-delà de ce niveau acceptable¹³⁴. »

Moscadelli traite également du nombre minimal de points de données et de dépassements nécessaires aux fins de l'analyse :

[traduction] « ... les résultats d'une étude par simulation effectuée par McNeil et Saladin, 1997, visait à détecter le nombre minimal de points de données et de dépassements nécessaires pour obtenir des estimations fiables des quantiles élevés de distributions données. Plus particulièrement, l'exercice a révélé que lorsque les données présentaient une queue de Pareto épaisse avec le paramètre de forme $\alpha = 1/\xi = 1$, un nombre minimal de

¹³² M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 17.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

¹³³ Evans, J., Womersley, R. et D. Wong. « Operational risks in banks: an analysis of empirical data from an Australian bank », Institute of Actuaries of Australia, septembre 2007, p. 6.

http://www.actuaries.asn.au/Library/Events/Conventions/2007/8.d_Conv07_Paper_Evans%20Womersley%20Wong_An%20Empirical%20Analysis%20of%20Operational%20Risk%20in%20Banks.pdf.

¹³⁴ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 34.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

1 000 (2 000) données et de 100 (200) dépassements était requis pour obtenir une estimation fiable de la GPD au 99^e (99,9^e) centile¹³⁵. »

Test de la qualité de l'ajustement de la GPD de sévérité

Les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA* abordent la nécessité d'appliquer les [traduction] « outils de diagnostic qui conviennent à l'évaluation de la qualité de l'ajustement des distributions aux données, compte tenu de la préférence pour les données les plus sensibles de la queue¹³⁶. » La section 197 se lit comme suit :

[traduction] « Pour examiner les propriétés statistiques de chaque CRO (c.-à-d. l'homogénéité, l'indépendance, la stationnarité¹³⁷), une banque doit utiliser des outils statistiques qui comprennent, entre autres, des diagrammes de dispersion, des diagrammes d'autocorrélation des séries chronologiques, des diagrammes de distribution empirique, des histogrammes et des analyses de régression. D'autres outils, par exemple, des graphiques p-p, des graphiques q-q et des diagrammes d'excédent moyen, donnent une preuve préliminaire du type et de la forme des distributions des probabilités, qui offrent une meilleure représentation des données¹³⁸. »

Les sections 206 à 208 des *Lignes directrices de Bâle pour les AMA* portent également sur l'évaluation de la qualité de l'ajustement :

[traduction] « 206. Une banque doit évaluer la qualité de l'ajustement entre les données et la distribution choisie. Les outils habituellement adoptés à cette fin sont les méthodes graphiques (qui visualisent la différence entre les fonctions empiriques et théoriques) et les méthodes quantitatives, d'après des tests de qualité de l'ajustement. Lorsqu'elle sélectionne ces outils, une banque doit privilégier les méthodes graphiques et les tests de qualité de l'ajustement, qui sont plus sensibles aux extrémités qu'au corps des données (p. ex. le test de l'extrémité supérieure d'Anderson-Darling).

207. Même si les outils diagnostiques fournissent de l'information sur la qualité de l'ajustement entre les données et chaque distribution, ils ne débouchent pas toujours sur un choix précis de la distribution dont l'ajustement est de la meilleure qualité. En outre, les résultats des tests de qualité de l'ajustement sont habituellement sensibles à la taille de l'échantillon et au nombre de paramètres évalués. Dans ce cas, la banque doit envisager des méthodes de sélection qui utilisent le rendement relatif des distributions à différents niveaux de confiance. À titre d'exemples de méthodes de sélection, mentionnons le ratio de

¹³⁵ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 37.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

Note de bas de page fondée sur : McNeil, A.J., et T. Saladin. « The Peaks over Thresholds Method for Estimating High Quantiles of Loss Distributions », 24 avril 2007. <http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/ftp/cairns.pdf>.

¹³⁶ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, par. 196 (c). <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

¹³⁷ [traduction] « Une CRO est *homogène* lorsque ses données sont les mêmes ou sont de nature semblable en vertu du profil de risque opérationnel, *indépendantes* lorsqu'aucune forme de dépendance ou de corrélation n'est identifiable entre elles, *stationnaires* lorsque les caractéristiques des données ne changent pas lorsqu'elles sont déplacées dans le temps ou l'espace. »

¹³⁸ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, par. 197. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

vraisemblance, le critère bayésien de Schwarz et le ratio de non-respect des limites de la variation.

208. Une banque doit appliquer un cycle régulier pour la vérification des hypothèses qui sous-tendent les distributions de probabilité qu'elle a choisies. Ces vérifications peuvent être conformes aux critères et tests qu'utilise la banque pour choisir la distribution de probabilités. Si les hypothèses sont invalidées, d'autres méthodes devraient être évaluées et mises en œuvre. Toutefois, les changements doivent être dûment justifiés. Plus particulièrement, après avoir essuyé au moins une perte importante dans une CRO, la banque ne doit pas décider de remplacer les distributions de probabilité utilisées dans cette CRO par des courbes à queue moins épaisse¹³⁹. »

Moscadelli décrit également le contrôle ex post à l'aide d'une analyse du rendement de la valeur à risque liée à la sévérité (VaR_{sev}). Il déclare :

[traduction] « Le rendement relatif de la VaR_{sev} de chaque modèle [...] est assujéti à un contrôle ex post en comparant le nombre estimatif et prévu de cas de non-respect (le non-respect est une situation où les pertes réelles dépassent la VaR_{sev} . Si le nombre de cas de non-respect dépasse le nombre prévu, on peut en déduire que le modèle sous-estime constamment le risque de la queue de la distribution.

Dans la pratique, le nombre prévu de cas de non-respect dans chaque LM (ligne de métier (secteur d'activités)) est obtenu en comparant le nombre total d'observations et le centile visé. Par exemple, si une LM contient au total 1 000 données, le nombre prévu de cas de non-respect au 99^e centile équivaut à $0,01 * 1\,000 = 10$. Par conséquent, si le modèle paramétrique était correct, on pourrait s'attendre que seulement 10 observations soient supérieures au 99^e centile choisi par le modèle. Si le nombre de cas de non-respect dépasse 10, le 99^e centile paramétrique se situe à un niveau moins élevé; il sous-estime donc la queue réelle des données¹⁴⁰. »

La distribution des fréquences

En matière de fréquence, les distributions courantes comprennent la distribution (loi) de Poisson, la distribution binomiale négative et la distribution binomiale. Dexter et coll. mentionnent également la distribution de Bernoulli comme distribution de fréquence possible aux fins de la modélisation du risque opérationnel. Chapelle et coll. déclarent que [traduction] « le choix de la distribution est important car le paramètre d'intensité est déterministe dans le premier cas et stochastique dans le second¹⁴¹. »

Embrechts et coll. abordent ainsi la distribution des fréquences :

¹³⁹ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, par. 206-208. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

¹⁴⁰ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, p. 46.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

¹⁴¹ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007, par. 2.2. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

[traduction] « L'exemple le plus courant d'un processus de comptage est le processus homogène de Poisson avec intensité λ . Il est bien connu que la valeur moyenne et la variance d'une variable aléatoire (λ)-distribuée de Poisson équivalent toutes deux à λ . Par ailleurs, si le nombre de sinistres révèle un plus grand écart près de la moyenne, il est possible d'utiliser la distribution binomiale négative. Cette distribution est obtenue tout naturellement en supposant que l'intensité λ d'un processus de Poisson respecte une distribution gamma; le passage d'une valeur λ déterministe à une intensité aléatoire est désigné « mixage »¹⁴². »

L'EVT peut être utilisée pour évaluer et mesurer la fréquence de pertes importantes. La méthode du sup-seuil qui est utilisée est désignée « représentation du processus ponctuel des dépassements » (POT-PP). Dans sa description de cette méthode, Moscadelli mentionne ce qui suit :

[traduction] « L'hypothèse de base de cette méthode – établie à titre de technique probabiliste par Leadbetter et coll., 1983, et Resnick, 1987, et d'outil statistique par Smith, 1989 – consiste à percevoir le nombre de dépassements et les excédents comme un processus ponctuel marqué, doté de sa propre intensité et qui, dans sa représentation de base, converge vers un processus bidimensionnel de Poisson. Dans la pratique :

- a) les dépassements (x) par rapport à un seuil u surviennent dans le cas d'un processus de Poisson à intensité λ ;
- b) les excédents correspondants ($y=x-u$) sont indépendants et ont une distribution GPD;
- c) le nombre de dépassements et les excédents sont indépendants les uns des autres.

Le paramètre λ mesure l'intensité des dépassements à u par unité de temps, c.-à-d. si le nombre de pertes importantes est stable au fil du temps ou s'il devient plus ou moins fréquent¹⁴³. »

Dans la pratique, le choix d'une distribution des fréquences est souvent perçu comme un problème relativement mineur, car les résultats de la méthode de fréquence-sévérité dans le contexte du risque opérationnel ont tendance à reposer sur le choix des distributions de sévérité. Aue et Kalkbrener précisent que [traduction] « les répercussions de la forme des distributions de fréquence sur le capital requis sont plutôt limitées. [...] Cela découle du fait que, pour les sévérités subexponentielles, la queue du total de la distribution des pertes globales est déterminée par la queue de la distribution de la sévérité et la fréquence attendue (mais non sa forme précise)¹⁴⁴. » Ainsi, la distribution de Poisson semble la distribution de fréquence la plus couramment utilisée.

¹⁴² Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re et UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003, p. 6.
<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

¹⁴³ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, pp. 53-54.
http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

¹⁴⁴ Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007, p. 43.
http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

Pertes agrégées

Corrigan et Luraschi décrivent le processus d'agrégation et ajoutent des étapes détaillées pour l'analyse de simulation. Ils abordent également la question d'autres formes de statistiques sur le risque qui peuvent être utilisées à partir de la fonction de distribution cumulative aux fins de l'évaluation du capital. Ces descriptions ne sont pas reprises dans le présent document de recherche.

Selon Bâle II, le capital définitif du risque opérationnel d'une banque équivaldrait à la somme des mesures de risque (c.-à-d. la VaR) pour chaque CRO modélisée si le modèle ne peut pas tenir dûment compte de la corrélation entre les CRO. La somme de toutes les VaR pour calculer la distribution totale est parfois trop prudente et elle équivaut à l'hypothèse de dépendance parfaite entre les risques.

Lambrigger et coll. commentent également l'agrégation des CRO modélisées :

[traduction] « Cependant, une agrégation raisonnable demeure un épineux défi qui doit être examiné de plus près. Le choix des structures de dépendance qui conviennent est crucial et il détermine le niveau de la diversification. De façon générale, lorsqu'aucun renseignement n'est disponible au sujet de la structure de dépendance, Embrechts et Puccetti¹⁴⁵ élaborent des limites pour le capital global au titre du risque opérationnel; pour plus de précisions concernant l'agrégation, le lecteur est prié de consulter Embrechts et coll^{146, 147}. »

Moscadelli compare la méthode d'agrégation établie à l'aide de l'EVT et les modèles actuariels classiques :

[traduction] « Cette méthode [EVT] est totalement différente de la méthode actuarielle classique, car – à l'exception du rare cas où l'expression de la distribution composée des pertes agrégées peut être obtenue par analyse des distributions des composantes de fréquence et de sévérité – le calcul d'un centile (élevé) des pertes agrégées s'effectue en considérant l'estimation de la sévérité et de la fréquence comme un problème tout à fait distinct, puis en agrégeant les résultats correspondants à l'aide de méthodes numériques, d'approximation ou de simulation (c.-à-d. la procédure de Monte-Carlo). Compte tenu de l'absence d'un fondement analytique, ces méthodes exigent la mise en place de nombreuses étapes afin de calculer les centiles les plus élevés de la distribution agrégée des pertes¹⁴⁸. »

Moscadelli fait remarquer que les avantages de la méthode sup-seuil pour l'estimation de la queue des pertes agrégées découlent de deux propriétés :

[traduction] « Propriété 1 : la méthode sup-seuil tient compte de la relation (inconnue) entre la fréquence et la sévérité de pertes importantes jusqu'à la fin de la distribution;

¹⁴⁵ Embrechts, P., et G. Puccetti. « Aggregating Risk Capital, with an Application to Operational Risk », dans *The Geneva Risk and Insurance Review*, 2006, vol. 31, numéro 2, pp. 71-90.

¹⁴⁶ Embrechts, P., Nešlehová, J. et M.V. Wüthrich. « Additivity properties for Value-at-Risk under archimedean dependence and heavy-tailedness », *ETH Zurich*, 2007. http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/Emb_Nes_Wu_VaR_V4.pdf.

¹⁴⁷ Lambrigger, D.D., Shevchenko, P.V. et M.V. Wüthrich. « The Quantification of Operational Risk using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinions », 4 juillet 2007, p. 24. [http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/\\$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf).

¹⁴⁸ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, pp. 60-61. http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

Propriété 2 : la méthode sup-seuil permet d'employer une approche semiparamétrique pour calculer les centiles les plus élevés des pertes agrégées, ce qui réduit le coût du calcul et l'erreur d'estimation liée à une représentation non analytique des pertes agrégées. Dans le modèle sup-seuil, il suffit de choisir un seuil convenable (élevé) sur lequel le modèle peut être bâti et les paramètres pertinents peuvent être évalués. Lorsque le modèle est correctement étalonné, il est facile de calculer les pertes totales (et leurs centiles) sous forme d'expressions analytiques convenables¹⁴⁹. »

Défis que posent les analyses de la fréquence-sévérité et les méthodes de l'EVT

Quelques-uns des plus importants défis liés aux analyses de fréquence-sévérité ont trait aux données. Neil et coll. abordent certains d'entre eux dans *Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions*. Ils déclarent ce qui suit :

[traduction] « La méthode statistique classique pour régler ce genre de problèmes consiste à n'utiliser que des données historiques pour trouver la distribution inhérente des pertes. Toutefois, dans le cas des données sur les pertes opérationnelles, même si l'on a accès à un vaste ensemble de données sur les pertes, il est peu probable qu'il existe suffisamment de données sur les pertes imprévues de grande envergure afin d'établir correctement une estimation de la queue de la distribution — nous nous retrouvons habituellement avec des queues trop minces ou nettement trop épaisses si les données sur les pertes ne conviennent pas au domaine en question. Même pour la modélisation des pertes prévues (la plus grande partie de la distribution), la méthode axée sur les données comporte les limites suivantes : (1) des données sur les pertes seront recueillies sur une période pouvant représenter des niveaux variables d'efficacité opérationnelle et de risque/menace (nous ne pouvons nous attendre à ce que les pertes proviennent d'une seule distribution à partir d'un petit nombre de paramètres connus); (2) les pertes subies ne représentent qu'un échantillon d'événements possibles (ils ne sont peut-être pas représentatifs de l'évolution des processus opérationnels. À mesure que le processus opérationnel sous-jacent se dégrade ou s'améliore, la valeur de ces données historiques diminue); (3) les données déclarées sur les pertes pourraient être fausses (la sous-déclaration et l'ambiguïté des données peuvent se traduire par d'importantes erreurs d'estimation). Toute tentative d'accroître les données sur les pertes au moyen de données recueillies auprès d'autres organisations est soumise aux mêmes problèmes, voire davantage, parce que les données sont très souvent inconnues ou douteuses¹⁵⁰. »

Chavez-Demoulin et coll. expriment des réserves semblables au sujet du recours à l'EVT et du besoin de données suffisantes.

[traduction] « Dans la mesure où l'EVT est l'ensemble naturel de techniques statistiques pour l'estimation de quantiles élevés d'une distribution des pertes, l'opération ne peut se dérouler

¹⁴⁹ M. Moscadelli. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banque d'Italie, juillet 2004, pp. 61-62.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

¹⁵⁰ Neil, M., Marquez, D. et N. Fenton. « Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », dans *Journal for Financial Transformation*, The Capco Institute, pp. 133-134, http://www.eecs.qmul.ac.uk/~martin/index_files/capco%20paper.pdf.

de façon suffisamment précise que lorsque les données respectent des conditions spécifiques; nous avons encore besoin de données en quantités suffisantes pour étalonner les modèles¹⁵¹. »

Deux questions se rapportant aux données sur les pertes imputables au risque opérationnel qui ont déjà été examinées comprennent les biais de déclaration et l'effet des changements au fil du temps. Embrechts et coll. en viennent à la conclusion que [traduction] « pour les pertes répétitives et stationnaires, les méthodes actuarielles standard et leurs améliorations peuvent être utilisées pour calculer les charges de capital¹⁵². » Toutefois, lorsque les conditions de stationnarité ou de survie ne sont pas respectées, il en découle des problèmes.

La taille de l'échantillon représente un défi important lorsque l'on utilise l'EVT pour modéliser le risque opérationnel. Embrechts et coll. présentent la taille d'échantillon requise pour obtenir une estimation fiable de certains quantiles élevés en vertu des hypothèses idéales¹⁵³ de structure des données. Dans tous les documents de référence portant sur la modélisation du risque opérationnel, nous notons que les données existantes disponibles et la structure des données sur les pertes imputables au risque opérationnel rendent [traduction] « ...assez douteuse une application simple de l'EVT¹⁵⁴. » Parmi les résultats de l'utilisation de données insuffisantes, mentionnons que la procédure d'estimation aux quantiles élevés (p. ex. un niveau de confiance de 99,9 %) se traduit par des intervalles de confiance très larges pour le capital de risque qui en découle¹⁵⁵. Néanmoins, il existe des sous-catégories de risque opérationnel (pour les banques) pour lesquelles l'EVT est perçue comme une méthode efficace.

Comme nous l'avons mentionné, l'un des défis les plus importants au titre de l'application de l'EVT se situe dans le choix d'une valeur seuil convenable. Chapelle et coll. déclarent que [traduction] « même si plusieurs auteurs ... ont suggéré des méthodes pour déterminer le seuil, aucune n'a encore été acceptée à grande échelle¹⁵⁶, même dans le cas des données standard répétitives iid. La principale question rattachée à ce problème est le nombre de dépassements requis (c.-à-d. le nombre d'observations nécessaires dans la queue) aux fins de modélisation. Embrechts et coll. reproduisent des tableaux de McNeil et Saladin (1997) (qui sont repris ci-dessous). Ils résumant le nombre minimal de dépassements et le nombre correspondant d'observations requises pour trois distributions : une distribution lognormale et deux distributions de Pareto dotées de paramètres de forme équivalant à 2 et 1. Ces distributions ont été choisies pour représenter

¹⁵¹ Chavez-Demoulin, V., Embrechts, P. et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la *Federal Reserve Bank of Boston*, 18 au 20 mai 2005, p. 3.

http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.

Rattaché à Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group*, *Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003.

<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

et Embrechts, P., Kaufmann, R. et G. Samorodnitsky. « Ruin Theory Revisited: Stochastic Models for Operational Risk », 2004.

¹⁵² Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group*, *Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003. p. 15.

<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

¹⁵³ Désignée iid (indépendant et distribué de façon identique).

¹⁵⁴ Chavez-Demoulin, V., Embrechts, P. et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la *Federal Reserve Bank of Boston*, 18 au 20 mai 2005, p. 4.

http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.

¹⁵⁵ Ibid., p. 11.

¹⁵⁶ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007, par. 2.2.2. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

respectivement les trois types suivants de distributions de perte, que l'on retrouve dans les ouvrages de référence sur le risque opérationnel :

- queue moyenne (lognormale);
- queue épaisse avec moments d'ordre infinis équivalant à au moins deux;
- queue épaisse avec moments d'ordre infinis équivalant à au moins un.

Tableau 1 – Sinistres selon une distribution lognormale

Exactitude de l'estimation de quantiles élevés au moyen de la méthode sup-seuil¹⁵⁷

$u = F^{-1}(q)$	α	Qualité de la $\widehat{\text{VaR}}_{\alpha}$
$q = 0,7$	0,99	Un nombre minimal de 50 dépassements (correspondant à 167 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.
	0,999	Un nombre minimal de 100 dépassements (correspondant à 333 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.
$q = 0,9$	0,99	On peut obtenir une exactitude complète avec le nombre minimal de 25 dépassements (correspondant à 250 observations).
	0,999	On peut obtenir une exactitude complète avec le nombre minimal de 25 dépassements (correspondant à 250 observations).

¹⁵⁷ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003. p. 13.
<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

Tableau 2 – Sinistres selon la distribution de Pareto avec le paramètre de forme $\theta = 2$
Exactitude de l'estimation de quantiles élevés au moyen de la méthode sup-seuil¹⁵⁸

$u = F^{-1}(q)$	α	Qualité de la $\widehat{\text{VaR}}_{\alpha}$
$q = 0,7$	0,99	Un nombre minimal de 100 dépassements (correspondant à 333 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.
	0,999	Un nombre minimal de 200 dépassements (correspondant à 667 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.
$q = 0,9$	0,99	On peut obtenir une exactitude complète avec le nombre minimal de 25 dépassements (correspondant à 250 observations).
	0,999	Un nombre minimal de 100 dépassements (correspondant à 1 000 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.

Tableau 3 – Sinistres selon la distribution de Pareto avec le paramètre de forme $\theta = 1$
Exactitude de l'estimation de quantiles élevés au moyen de la méthode sup-seuil¹⁵⁹

$u = F^{-1}(q)$	α	Qualité de la $\widehat{\text{VaR}}_{\alpha}$
$q = 0,7$	0,99	Pour tout nombre de dépassements jusqu'à 200 (correspondant à 667 observations), les estimations de la VaR ne respectent pas les critères d'exactitude.
	0,999	Pour tout nombre de dépassements jusqu'à 200 (correspondant à 667 observations), les estimations de la VaR ne respectent pas les critères d'exactitude.
$q = 0,9$	0,99	Un nombre minimal de 100 dépassements (correspondant à 1 000 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.
	0,999	Un nombre minimal de 200 dépassements (correspondant à 2 000 observations) est nécessaire pour garantir l'exactitude en ce qui concerne les biais et les erreurs types.

¹⁵⁸ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003. p. 13.
<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

¹⁵⁹ Ibid., p. 14.

Des échantillons plus volumineux sont requis pour les queues plus épaisses afin d'obtenir le niveau d'exactitude souhaité. En outre, il est utile de compter sur des données suffisantes aux extrémités de la queue¹⁶⁰.

Gourier et coll. traitent des problèmes relatifs à l'application d'une analyse de fréquence-sévérité aux données réelles à queue épaisse :

[traduction] « Enfin, nous croyons que le principal message de l'étude veut que les distributions à queue épaisse assorties de paramètres de forme supérieurs à un sont source de nombreux problèmes théoriques, notamment des répercussions marquées sur les charges de capital globales, l'instabilité et la grande incertitude au chapitre des résultats, et l'incohérence de la VaR, entraînant la possibilité d'une erreur d'estimation des charges de capital. Il convient donc de tenir compte des lacunes des techniques de modélisation actuelles. Toutefois, la cause n'est pas perdue pour autant, et les études sur le risque opérationnel ne cessent de dégager l'iceberg¹⁶¹. »

Il est difficile de comprendre l'effet de la diversification en modélisation du risque opérationnel à l'aide d'une analyse de fréquence-sévérité, de même que pour la modélisation des processus de risque de dépendance. Des questions ne sont pas résolues au titre de la quantification du risque opérationnel se rapportant à l'agrégation des risques. Chavez-Demoulin et coll. mentionnent :

[traduction] « Les caractéristiques des pertes rattachées aux données sur les pertes opérationnelles, qui sont résumées par épaisseur de queue, asymétrie et interdépendance inconnue entre les diverses variables aléatoires des pertes, sous-entendent que la mesure de la valeur à risque pour le capital de risque n'est pas sous-additive. En raison de l'insuffisance de données publiques, on ne peut déterminer dans quelle mesure les questions de corrélation peuvent être prises en compte, ce qui peut entraîner une réduction du capital de risque calculé d'après $\sum_{k=1}^d VaR_{99,9\%}(L_k)$ ¹⁶². »

Gourier et coll. font rapport du résultat d'une étude empirique comptant des données à queue épaisse. Dans leur conclusion sur la modélisation des dépendances à l'aide de copules, ils indiquent :

[traduction] « L'utilisation de copules pour modéliser la structure de dépendance permet d'améliorer le réalisme, mais ne prévoit pas de solution pour calculer les charges de capital lorsque le modèle comprend des GPD [distributions généralisées de Pareto] avec ξ [paramètre de forme] > 1. En effet, la superadditivité de la VaR empêche la diminution des charges de capital, comme on pourrait s'y attendre lorsque la corrélation entre les secteurs d'activité dans le modèle est réduite. Nos résultats correspondent à ceux des documents de

¹⁶⁰ Embrechts, P., Furrer, H. et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re et UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003. p. 14.
<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

¹⁶¹ Gourier, E., Farkas, W. et D. Abbate. « Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice », dans *The Journal of Operational Risk (3-26)*, Volume 4/Numéro 3, automne 2009, p. 24.
http://www.risk.net/digital_assets/4682/jop_v4n3a1.pdf.

¹⁶² Chavez-Demoulin, V., Embrechts, P. et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la *Federal Reserve Bank of Boston*, 18 au 20 mai 2005, p. 15.
http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.

référence et ils révèlent que la méthode des copules produit des résultats qui contredisent la pensée économique standard au sujet de la diversification¹⁶³. »

Considérations d'ordre pratique

De nombreuses questions doivent être prises en compte dans le cadre d'une analyse de la fréquence-sévérité. L'exposé qui suit n'est pas présenté dans un ordre particulier et il n'est pas exhaustif non plus.

Dutta et Babbel mentionnent ce qui suit en ce qui concerne les modèles de fréquence-sévérité :

[traduction] « Si le modèle axé sur les données historiques relatives aux pertes, que ce soit pour la fréquence ou pour la sévérité, n'est pas évalué correctement, ces méthodes souffriront d'instabilité et d'inexactitude. Pour l'évaluation des modèles de fréquence et de sévérité, nous suggérons vivement, à l'instar des tests de qualité de l'ajustement pour chaque modèle, de juger du rendement en appliquant les critères suivants, qu'utilisent Dutta et Perry (2007).

1. réaliste – si une méthode est bien adaptée au sens statistique, produit-elle une distribution des pertes à l'aide d'une estimation réaliste du capital?
2. bien spécifié – les particularités des données ajustées sont-elles semblables à celles des données sur les pertes et sont-elles logiquement cohérentes?
3. souple – la méthode permet-elle de composer raisonnablement avec une grande variété de données empiriques?
4. simple – la méthode est-elle facile à mettre en œuvre et permet-elle de générer facilement des chiffres aléatoires aux fins de la simulation des pertes?

En outre, on doit soumettre chaque distribution à une simulation de crise aux plans de la cohérence, de la constance et de la robustesse. Un schéma log-log pourrait constituer un outil utile pour vérifier le seuil d'une queue de Pareto si le groupe de distributions de Pareto est utilisé pour bien correspondre à la queue de la distribution. Il pourrait réduire le nombre de simulations¹⁶⁴. »

Dans le cadre de l'analyse fréquence-sévérité, il faut décider s'il convient de modéliser le nombre d'incidents ou la fréquence véritable (c.-à-d. le nombre d'incidents par rapport à une mesure de l'exposition). Cette décision dépend de la disponibilité de mesures d'exposition raisonnables. Comme nous l'avons déjà noté, il n'existe actuellement aucune mesure convenue de l'exposition au risque opérationnel, et il est difficile d'avoir accès à des données fiables sur l'exposition.

Il y a lieu de se poser une autre question qui est rattachée à l'analyse fréquence-sévérité : doit-on inclure ou exclure les points de données aux extrêmes (c.-à-d. les événements avec faible sévérité et avec sévérité

¹⁶³ Gourier, E., Farkas, W. et D. Abbate. « Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice », dans *The Journal of Operational Risk* (3-26), Volume 4/Numéro 3, automne 2009, p. 23. http://www.risk.net/digital_assets/4682/jop_v4n3a1.pdf.

¹⁶⁴ Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », *Wharton School of the University of Pennsylvania*, 5 juillet 2012, p. 18. <http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

extrêmement élevée)? Dans la mesure où les données historiques ne renferment pas d'événements extrêmes, ou n'en contiennent qu'un nombre limité, la société d'assurances pourrait s'en remettre aux conseils d'experts (à l'interne et à l'externe) pour la quantification de l'exposition éventuelle à ces pertes. Les queues des distributions de fréquence et de sévérité pourraient être modifiées à partir des conseils des experts, pour que la distribution cumulative passe par certains points relevés par les experts.

Dans la pratique, la disponibilité ou l'absence de logiciels statistiques influera vraisemblablement sur les types de courbes qui peuvent être facilement adaptés aux données, de même qu'aux types de tests de qualité de l'ajustement qui peuvent être utilisés.

En raison de l'effort de jugement considérable qui est nécessaire pour effectuer une analyse de fréquence-sévérité, il convient d'apporter un soin particulier à l'évaluation des résultats des modèles. La vaste gamme de distributions, de même que l'incertitude des paramètres d'une distribution, pourraient entraîner des estimations fort variables du risque opérationnel. Par conséquent, il est important de reconnaître la possibilité d'erreur. Tripp et coll. mentionnent ce qui suit :

[traduction] « Il sera enrichissant d'examiner l'écart-type rattaché au paramètre et de prendre en compte l'effet de l'évolution des paramètres sur le résultat d'une variation, disons d'un écart-type. Dans la mesure où le capital requis est calculé de manière à refléter un niveau relativement élevé d'aversion pour le risque, il pourrait en découler une différence très importante pour le montant de capital qu'un modèle pourrait suggérer de réserver pour le risque opérationnel¹⁶⁵. »

De même, le choix de distributions ne constitue pas habituellement une décision nette et précise. Par conséquent, il pourrait s'avérer utile de vérifier les effets d'une modification des distributions.

Dexter et coll. analysent le besoin de tests de sensibilité, compte tenu de la nature subjective des paramètres pris en compte. Ils donnent des exemples de test qui pourraient être utilisés :

- [traduction] « Test 1 : Vérifier l'effet d'une faible variation des valeurs pessimistes de la fréquence et de la sévérité. Ce test tient compte de l'effet d'une hausse de 10 % des valeurs pessimistes liées à la fréquence et à la sévérité, tout en maintenant les valeurs médianes à un niveau constant.
- Test 2 : Vérifier l'effet d'un faible changement des centiles liés aux valeurs pessimistes de la sévérité. Ce test tient compte de l'effet d'une estimation erronée des centiles pessimistes de la fréquence. Supposons, par exemple, l'estimation de la sévérité « pessimiste » à un événement sur 100, alors qu'il s'agissait dans les faits d'un événement sur 50.
- Test 3 : Compte tenu de la nature subjective des distributions, il est important de vérifier l'effet, sur les résultats, de l'adaptation du nombre de distributions différentes quant à la fréquence et à la sévérité. La sensibilité est présumée représenter le capital maximal issu des diverses combinaisons de distributions.

¹⁶⁵ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 5.5.11. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

- D'autres tests seraient propres à un certain modèle et pourraient comprendre la variation de la valeur des paramètres au sujet de l'assurance, des valeurs seuils, des valeurs de troncature, etc. »

Nota : il est important de mettre à l'essai la sensibilité des valeurs de queue des intrants, car il est bien plus difficile d'établir une estimation correcte de ces valeurs par rapport aux valeurs médianes, et elle devrait influencer davantage sur le capital individuel de chaque scénario¹⁶⁶.

Un autre facteur pratique déjà relevé a trait à l'intégration systématique de données sur les pertes internes aux données externes sur les pertes découlant d'événements relatifs au risque opérationnel, plus particulièrement aux fins de l'analyse de la distribution de la sévérité. L'une des questions les plus importantes consiste à mesurer les données externes pertinentes et disponibles pour tenir compte des différences au chapitre de la taille et des caractéristiques des organisations.

Une autre question qui doit être prise en compte dans le processus de quantification porte sur la dépendance entre les catégories de risque opérationnel et leurs sous-catégories. Dans le cadre de l'analyse de la fréquence et de la sévérité, [traduction] « la dépendance entre les risques peut être modélisée entre la fréquence et la sévérité, entre la fréquence des événements de perte ou entre les pertes annuelles agrégées¹⁶⁷. »

Techniques de modélisation causale et d'estimation bayésienne

Structure, introduction et sources

Structure

La présente section se présente ainsi :

- Structure, introduction et sources;
- Description générale d'un réseau bayésien (RB);
- Applications d'un RB, y compris l'analyse de scénarios, les principaux indicateurs de risque, et l'estimation du capital;
- Réseaux de décision bayésiens;
- Progrès des RB, notamment les RB dynamiques hybrides, utilisation de RB pour saisir la corrélation, et réseaux de croyance (credal network);
- Considérations d'ordre pratique pour l'utilisation des RB;

¹⁶⁶ Dexter, N., Ford, C., Jakahria, P., Kelliher, P., McCall, D. et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », élaboré par le Groupe de travail sur le risque opérationnel en assurance-vie, 2006, p. 31. www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf.

¹⁶⁷ Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G. et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », dans *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32, 2008, pp. 1049-1061, 1^{er} octobre 2007, par. 2.4. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

- Points forts et faiblesses des RB.

Introduction

Selon Alexander, auteur de renom dans le domaine, un réseau bayésien (RB) est [traduction] « un modèle statistique qui établit une relation entre les distributions marginales de « cause à effet » ou « attributs » d'un risque et sa distribution multivariée¹⁶⁸. » Les RB sont utilisés depuis des décennies dans de nombreuses applications, notamment les systèmes experts en médecine, les transports, les diagnostics de pannes, le jumelage de modèles, le traitement des produits chimiques, la reconnaissance de la voix, l'infrastructure, la modélisation environnementale, le raisonnement juridique et le raisonnement relatif aux éléments probants. Le recours aux RB au sein des institutions financières, et des sociétés d'assurances en particulier, n'a pas été aussi répandu que dans d'autres industries.

Les RB, également désignés réseaux de croyance bayésiens (RCB), sont décrits comme une solution élégante de modélisation du risque opérationnel qui regroupe de l'information tant qualitative que quantitative afin d'établir l'estimation d'une perte¹⁶⁹. Les RB peuvent être très utiles pour modéliser les CRO avec très peu ou aucune donnée (interne ou externe) sur les pertes. Contrairement à la méthode de fréquence-sévérité, les RB sont des réseaux de cause à effet, donc utiles pour analyser les causes du risque opérationnel.

Sources

De nombreux documents traitent des RB et du risque opérationnel. La présente section repose sur des descriptions de RB à partir des sources suivantes :

- K. Adusei-Poku. « Operational Risk Management – Implementing a Bayesian Network for Foreign Exchange and Money Market Settlement », University of Gottingen, 2005;
- C. Alexander. « Bayesian Methods for Measuring Operational Risk », ISMA Centre, The Business School for Financial Markets, University of Reading, 2000;
- C. Alexander. « Chapter 14 – Managing Operational Risks with Bayesian Networks, Operational Risk: Regulation, Analysis, and Management », 2003¹⁷⁰;
- Antonucci, A., Piatti, A. et M. Zaffalon. « Credal Networks for Operational Risk Measurement and Management », Istituto “Dalle Molle” di Studi sull'Intelligenza Artificiale, Suisse, 2007;
- Aquaro, V., Bardoscia, M., Bellotti, R., Consiglio, A., De Carlo, F. et coll. « A Bayesian Networks Approach to Operational Risk », épreuve transmise à Physica A, 14 février 2012;
- Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modeling framework », Milliman Research Report, 13 février 2013;

¹⁶⁸ C. Alexander. « Chapter 14 Managing Operational Risk with Bayesian Networks », dans *Operational Risk: Regulation, Analysis, and Management*, 2003, par. 14.2.

http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

¹⁶⁹ Ramamurthy, S., Arora, H. et A. Ghosh. « Operational Risk Probabilistic Network – An Application to Corporate Actions Processing », dans *Infosys*, Livre blanc, novembre 2005, p. 2.

<http://www.infosys.com/industries/financial-services/white-papers/documents/operational-risk-probabilistic-networks.pdf>.

¹⁷⁰ À la section 14.1 de ce document, le lecteur trouvera une liste utile d'ouvrages de référence et de liens Web concernant les documents sur les RB.

- Groupe de travail GIRO, y compris M.H. Tripp, H.L. Bradley, R. Devitt, G.C. Orros, G.L. Overton et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », 22 mars 2004;
- Neil, M., Häger, D. et L.B. Andersen. « Modeling operational risk in financial institutions using hybrid dynamic Bayesian networks », dans *The Journal of Operational Risk* (3-33), Volume 4, Numéro 1, printemps 2009;
- Neil, M., Marquez, D. et N. Fenton. « Using Bayesian network to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », dans *The Capco Institute – Journal for Financial Transformation*;
- Ramamurthy, S., Arora, H. et A. Ghosh. « Operational Risk Probabilistic Network – An Application to Corporate Actions Processing », Infosys, Livre blanc, novembre 2005;
- Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operation risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, Ébauche de document de travail, 2008¹⁷¹;
- Y.K. Yoon. « Modelling Operational Risk in Financial Institutions Using Bayesian Networks », Faculty of Actuarial Science and Statistics, Cass Business School, 1^{er} mai 2003.

À l'instar de la méthode de fréquence-sévérité, le présent document de recherche ne renferme pas une analyse théorique détaillée des RB. Le lecteur est prié de consulter les nombreux documents sur le sujet.

Description générale d'un RB

Un RB¹⁷² est un modèle graphique dans lequel la théorie des probabilités est jumelée à la théorie des graphes. Yoon déclare que les RB sont [traduction] « le fruit de percées convergentes dans la modélisation statistique, le génie et l'intelligence artificielle, qui ont vu le jour dans les années 1980¹⁷³. » De façon générale, un modèle graphique se compose d'un réseau de nœuds et d'arêtes qui raccordent des variables entretenant une certaine forme de relation, qu'il s'agisse de corrélation ou de causalité. Un graphe acyclique dirigé (GAD), qui représente le fondement d'un RB, se compose presque entièrement de relations de cause à effet et il comprend des nœuds rattachés par des arêtes dirigées. Compte tenu des distributions initiales de probabilité des nœuds et des probabilités conditionnelles de tous les nœuds, un RB utilise le théorème de Bayes pour se propager dans tout le réseau afin de quantifier les distributions de tous les nœuds.

Dans « A Bayesian network structure for operational risk modelling in structured finance operations », Sanford et Moosa donnent la description générale qui suit d'un RB :

[traduction] « Un réseau bayésien se compose de nœuds et d'arcs ou flèches directionnels. Chaque nœud peut être discret et comporter au moins deux états, ou continu, avec une distribution gaussienne par rapport à la ligne réelle. Dans le réseau bayésien, chaque nœud

¹⁷¹ Il convient de mentionner tout particulièrement que dans Sanford et Moosa, on retrouve un examen détaillé des documents portant sur l'utilisation de RB dans une vaste gamme de secteurs, notamment les institutions financières. En outre, le document comprend de nombreux renvois à des documents sur le sujet.

¹⁷² Les RB sont également désignés réseaux de croyance bayésiens, réseaux probabilistes de cause à effet, modèles graphiques dirigés, ou modèles générateurs.

¹⁷³ Y.K. Yoon. « Modelling Operational Risk in Financial Institutions Using Bayesian Networks », Faculty of Actuarial Science and Statistics, Cass Business School, City of London, 1^{er} mai 2003, p. 15.

http://www.scor.com/images/stories/pdf/library/actuarial-prize/2004_UK_YewKhuenYoon.pdf.

représente une variable d'intérêt dans le domaine modélisé. Derrière chaque nœud, nous retrouvons une fonction qui constitue la distribution de probabilité des états de ce nœud. Cette fonction est fréquemment représentée sous forme de table, désignée « table de probabilités conditionnelles » (TPC) ou « table de probabilités de nœud » (TPN). Compte tenu de la sémantique des nœuds et des états, nous constatons que dans la modélisation d'un environnement, le modélisateur doit décider des variables d'intérêt pour l'utilisateur ou le décideur. Il doit également choisir les mesures qui seront utilisées pour déterminer l'état de ces variables et préciser les descripteurs d'état qui fournissent la meilleure valeur à l'utilisateur ou au décideur. Pour déterminer le nombre d'états dans un nœud discret, le modélisateur doit savoir que l'augmentation de ce nombre améliorera la granularité de la mesure, mais compliquera éventuellement l'obtention de probabilités. Lors de l'établissement d'un réseau, il conviendra donc d'envisager la possibilité de faire un compromis entre le nombre d'états et la complexité accrue¹⁷⁴. »

Les probabilités utilisées dans un RB peuvent se fonder sur le jugement d'experts, une méthode de pointage, une analyse statistique des données historiques, ou méthode prévue par le RB. Les RB offrent une latitude extraordinaire au modélisateur. Les variables aléatoires discrètes à nombreux états peuvent être modélisées. Par ailleurs, un RB peut être établi à l'aide de [traduction] « variables aléatoires discrètes ou continues provenant d'un certain groupe de distributions dont les valeurs des paramètres comportent elles-mêmes des distributions qui dépendent des états des nœuds parents¹⁷⁵. »

Application des RB

Alexander étudie l'utilisation des RB au moyen d'une analyse de scénarios, d'indicateurs clés de risque, et des liens au capital économique d'une organisation.

Analyse de scénarios

Les RB sont habituellement utilisés pour l'analyse causale et l'analyse de scénarios. Comme l'indique son nom, l'analyse causale sert à examiner les causes qui influent sur les pertes opérationnelles. Dans ce type d'analyse, les probabilités mises à jour pour tous les facteurs de risque causal sont déterminées à l'aide de nouveaux éléments probants concernant les pertes opérationnelles. Dans l'analyse de scénarios, au moins un facteur de risque causal est étalonné et l'influence de l'estimation des pertes est analysée.

Alexander commente ainsi l'utilisation des RB pour l'analyse de scénarios :

[traduction] « ... Si les états d'un nœud sont fixes, le réseau peut utiliser la règle de Bayes pour se rétropropager dans le réseau et ainsi, calculer les probabilités postérieures de chaque nœud du réseau. Il s'agit de la base de l'analyse de scénarios des réseaux bayésiens, et l'une des caractéristiques les plus attrayantes de ces réseaux. La capacité

¹⁷⁴ Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operation risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, Ébauche de document de travail, 2008, p. 7. http://www.melbournecentre.com.au/WorkingPaper_part1_Sanford_Moosa2008.pdf.

¹⁷⁵ C. Alexander. « Chapter 14 Managing Operational Risk with Bayesian Networks », dans *Operational Risk: Regulation, Analysis, and Management*, 2003, par. 14.2. http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

d'exécuter une analyse de scénarios de cette manière rigoureuse, mais aussi maniable et visuelle, doit être perçue comme le motif incontournable de son utilisation¹⁷⁶. »

Principaux indicateurs de risque et RB

Tripp et coll. précisent que les RB sont les plus utiles lorsqu'ils sont utilisés de concert avec les principaux indicateurs de risque (PIR). Les PIR peuvent servir à étalonner le modèle, qui est ensuite utilisé pour mieux comprendre les risques opérationnels. À son tour, le modèle peut aider à proposer des PIR efficaces aux fins de la surveillance continue des risques.

Tripp et coll. fournissent une description des PIR à l'intention des sociétés d'assurances générales et qui sont également applicables aux sociétés d'assurances de personnes. Les PIR sont utilisés pour donner une pré-alerte de risque élevé ou croissant. Idéalement, les PIR sont faciles à calculer et ils sont prévisibles; ils devraient reposer sur les causes sous-jacentes ou avoir pour but d'exposer les processus de piètre qualité¹⁷⁷.

Selon Tripp et coll., les PIR peuvent constituer une composante extrêmement précieuse d'un processus global de gestion des risques, pour les quatre motifs suivants :

- Ils peuvent faciliter une évaluation qualitative du risque opérationnel même lorsqu'une organisation n'est pas encore capable de mesurer le risque opérationnel au plan quantitatif;
- Ils peuvent être utilisés pour tous les types de risque, et non seulement ceux qui ont engendré des pertes par le passé;
- Ils peuvent servir à mesurer l'efficacité des systèmes et des contrôles;
- Ils peuvent constituer le fondement de pénalités et d'incitatifs positifs pour encourager un comportement qui contribue à la réduction de l'exposition au risque opérationnel dans l'ensemble de l'organisation¹⁷⁸.

Tripp et coll. classent les PIR au titre du risque opérationnel en trois catégories : les PIR liés à l'exposition, les PIR liés aux pertes et les PIR liés à la cause. Les PIR liés à l'exposition sont des indicateurs axés sur le volume utilisés pour mesurer la production des processus qui présentent un potentiel de pannes opérationnelles. Les PIR liés aux pertes sont des indicateurs retardés, car ils mesurent les événements qui ont déjà entraîné une perte opérationnelle. Enfin, les PIR liés à la cause sont des indicateurs influents, car ils mesurent les facteurs directeurs de pertes opérationnelles. Les indicateurs liés à la cause sont les plus difficiles à identifier, ils sont plus complexes que les autres indicateurs, et les plus précieux indicateurs utilisés.

Tripp et coll. donnent les exemples de PIR suivants¹⁷⁹ :

¹⁷⁶ C. Alexander. « Chapter 14 Managing Operational Risk with Bayesian Networks », dans *Operational Risk: Regulation, analysis, and Management*, 2003, par. 14.2.

http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

¹⁷⁷ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par un Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 3.9.2 et 3.10.2.

<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

¹⁷⁸ Ibid., par. 3.9.3.

¹⁷⁹ Ibid., tableau 3.11.1.

PIR	Catégorie	Commentaires
Nombre d'enjeux d'audit interne non résolus et cotés « graves »	Cause	Exige un système de suivi pour l'audit interne. Envisager également d'utiliser le nombre de problèmes d'audit interne non résolus après deux ans.
Roulement de personnel	Cause	Peut constituer un indicateur retardé, car il peut révéler d'autres problèmes et mener aussi aux problèmes.
Heures de formation (ou livres sterling consacrées) par employé	Cause	Les faibles nombres constituent un problème dans ce cas.
Nombre d'employés qui ont besoin de formation	Cause	Calcul séparé pour chaque catégorie d'employés et type de formation. Envisager d'utiliser le ratio d'employés non formés à employés formés.
Nombre de configurations d'ordinateur différentes utilisées	Cause	Les incohérences peuvent engendrer des problèmes, plus particulièrement pour le personnel insuffisamment formé.
Heures supplémentaires rémunérées par employé	Cause	Peut indiquer que les ressources sont utilisées au maximum.
Nombre de demandes de règlement traitées	Exposition	Peut être un indicateur influent; peut révéler une tension accrue sur les préposés aux demandes de règlement. Envisager d'utiliser le nombre de demandes de règlement traitées par préposé.
Nombre de plaintes	Perte	Indicateur retardé, mais tout de même utile. Envisager d'utiliser le ratio de plaintes aux demandes de règlement traitées.
Croissance des ventes	Exposition	Peut être utilisé pour détecter les anomalies. Peut constituer un indicateur influent pour certains risques.
Dépassements budgétaires	Perte	Des dépassements constants peuvent être signe de lacunes dans le processus budgétaire.
Nombre de demandes de règlement de grande envergure	Exposition	Indicateur d'une possibilité de problèmes de réassurance.
Taille des contrats d'impartition	Exposition	Si de grande envergure, il faudrait envisager un plus grand nombre d'indicateurs de la part du fournisseur.
Nombre de projets de TI en cours	Exposition	Problèmes d'intégration éventuels et surutilisation des ressources.
Pourcentage de marchés accordés à chaque fournisseur selon le volume et en livres (sterling)	Exposition	Calculé séparément pour chaque catégorie de fournisseurs. Peut servir à détecter les anomalies et à mesurer l'exposition à la faillite des fournisseurs.

Lors de la construction d'un RB, des nœuds terminaux peuvent représenter les PIR choisis par la société d'assurances afin de gérer le risque opérationnel. Dans sa description de l'utilisation d'un RB avec les PIR, Alexander mentionne ce qui suit :

[traduction] « Les réseaux bayésiens peuvent également servir à déterminer les « niveaux de seuil » associés à un principal indicateur de risque. Ces niveaux sont des limites qui précisent les diverses mesures qui doivent être prises par la direction, si l'indicateur de risque croise ce niveau. Tous les nœuds d'un réseau bayésien (comportant plus d'un état) sont des variables aléatoires. Lorsqu'un principal indicateur de risque est utilisé comme nœud cible dans un réseau bayésien, ce dernier déterminera sa distribution, quel que soit le scénario. Cela englobe la moyenne, l'écart-type et les centiles supérieurs du principal indicateur de risque. À partir de l'état initial du réseau, les niveaux de seuil peuvent être fixés à des multiples de l'écart-type ou aux centiles supérieurs, si la distribution est asymétrique ou à queue épaisse. Les niveaux précis auxquels sera fixé le seuil dépendront évidemment de l'aversion pour le risque (le centile est inversement proportionnel à l'aversion pour le risque). Des séries de niveaux de seuil peuvent être fixés, par exemple à des centiles croissants, et ceux qui comportent les centiles plus élevés devraient susciter des mesures plus draconiennes que ceux dont les centiles sont moins élevés¹⁸⁰. »

Par l'analyse de scénarios, un RB peut être utilisé pour évaluer l'influence d'autres formes de contrôle des risques sur la distribution des PIR.

Estimation du capital à l'aide de RB

Concernant l'application d'un RB pour évaluer le capital, Alexander déclare ceci :

[traduction] « Pour obtenir un point de vue entièrement intégré de la gestion et de l'affectation du capital, un réseau bayésien pourrait comporter des nœuds terminaux correspondant au nombre d'événements de perte et de pertes en cas d'événement. Par conséquent, le réseau bayésien modélisera les distributions de fréquence et de sévérité et, par conséquent, leurs composantes (la distribution des pertes annuelles) à titre de fonctions des principaux facteurs de risque de l'entreprise. Ainsi, la gestion et le contrôle des risques opérationnels peuvent être reliés au capital économique d'une entreprise ou aux fonds propres réglementaires d'une banque. En outre, le réseau bayésien permettra d'appuyer les décisions de la direction au moyen d'une analyse de scénarios, et de les intégrer au capital de risque et au processus budgétaire de l'entreprise¹⁸¹. »

Corrigan et Luraschi examinent l'utilisation des RB pour évaluer le capital de risque opérationnel. Ils mentionnent ce qui suit :

[traduction] « Un cadre bayésien peut également englober la gamme complète de données, de distributions et de simulations nécessaires pour évaluer le capital de risque opérationnel. Si possible, les données internes et externes peuvent être utilisées pour étalonner non

¹⁸⁰ C. Alexander. « Chapter 14 Managing Operational Risk with Bayesian Networks », dans *Operational Risk: Regulation, Analysis, and Management*, 2003, par. 14.3.

http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

¹⁸¹ Ibid., par. 14.3.

seulement la distribution de pertes finales (ou équivalents de probabilité et de sévérité), mais également les distributions des facteurs sous-jacents. Bon nombre de sociétés construisent de vastes bases de données à l'aide de ce type de renseignements, et elles recourent efficacement à des techniques de modélisation des analyses et des prévisions pour définir ces distributions¹⁸². »

Corrigan et Luraschi ajoutent que les RB sont parfaitement adaptés pour le calcul du capital, car ils [traduction] « peuvent tenir compte à la fois de la gamme complète des résultats opérationnels, tant positifs que négatifs, courants et extrêmes¹⁸³. » Leur document renferme des exemples de cette application.

Réseaux de décision bayésiens

Grâce à l'ajout de nœuds de décision et de nœuds d'utilité, un RB peut être utilisé pour créer un type spécial de diagramme d'influence connu sous l'appellation « réseau de décision bayésien », ou tout simplement « réseau de décision ». Un nœud de décision représente une variable contrôlée par le gestionnaire des risques afin de gérer le risque opérationnel; par ailleurs, un nœud d'utilité représente l'utilité attendue de la décision¹⁸⁴.

Un réseau de décision peut servir à évaluer le rapport coûts-avantages des contrôles du risque. Par conséquent, des diagrammes d'influence sont utiles en gestion du risque opérationnel pour souligner les décisions qui optimisent l'utilité attendue. Le réseau de décision peut recourir à des fonctions d'utilité qui tiennent compte de l'aversion de l'organisation pour le risque. L'ajout de nœuds de décision et d'utilité au RB fournit un important outil de gestion qui offre une transparence accrue.

Progrès des RB

RB dynamiques hybrides

Dans *Modeling operational risk in financial institutions using hybrid dynamic Bayesian networks*, Neil et coll. décrivent l'utilisation de RB dynamiques hybrides généralisés pour modéliser le risque opérationnel des institutions financières au plan du capital économique. Les auteurs établissent une différence entre un RB, un RB hybride, un RB dynamique hybride (RBDH) et un RB dynamique hybride généralisé. Ils décrivent un modèle pour le risque opérationnel, qui se compose de trois niveaux :

- modèle d'événement de perte;
- modèle de sévérité des pertes;
- modèle de pertes agrégées.

¹⁸² Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modeling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 45.

<http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

¹⁸³ Ibid., p. 49.

¹⁸⁴ Ramamurthy, S., Arora, H. et A. Ghosh. « Operational Risk Probabilistic Network – An Application to Corporate Actions Processing », dans *Infosys*, Livre blanc, novembre 2005, p. 5. <http://www.infosys.com/industries/financial-services/white-papers/documents/operational-risk-probabilistic-networks.pdf>.

Dans le modèle proposé, chaque niveau est représenté par un RB, un RB dynamique ou un RBDH différent, reliés entre eux par des liens d'interface et partageant des paramètres communs¹⁸⁵. Le « modèle d'événement de perte » est utilisé pour modéliser les événements de pertes éventuelles et leur évolution au fil du temps. Il tient compte, de façon dynamique, des influences des contrôles intégrés aux processus opérationnels. Le « modèle de sévérité des pertes » se fonde sur les probabilités produites par le « modèle d'événement de perte » afin de prédire les pertes totales par catégorie de sévérité, compte tenu de la distribution de sévérité et d'une mesure de volume pour graduer les pertes. Enfin, le « modèle de pertes agrégées » représente la somme globale fondée sur un ensemble de variables des pertes totales pour chaque événement de perte. Les pertes agrégées peuvent être solutionnées par convolution, échantillonnage ou l'algorithme de discrétisation dynamique, qui est présenté dans une annexe du document de Neil et coll¹⁸⁶.

Utilisation des RB pour saisir la corrélation

Dans *A Bayesian Networks Approach to Operational Risk*, Aquaro et coll. présentent une nouvelle méthode fondée sur les RB qui saisit les corrélations entre les différents processus bancaires. Ils tirent la conclusion suivante :

[traduction] « ... les corrélations à moments différents jouent un rôle important et ne sont nullement négligeables par rapport aux corrélations au même moment, mais (du moins, au mieux de nos connaissances) il n'existe aucune méthode pour les prendre en compte. Le besoin de recourir à des corrélations à moments différents nous amène à proposer une solution pour régler le problème que pose l'apprentissage d'un RB à l'aide d'un ensemble de pertes opérationnelles ordonné dans le temps¹⁸⁷. »

Aquaro et coll. relèvent trois caractéristiques principales de la méthode qu'ils préconisent :

- 1) [traduction] « ... la topologie complète du réseau est obtenue à partir des données sur les pertes opérationnelles; chaque nœud du réseau correspond à un processus bancaire et les liens entre les nœuds, qui sont tirés de l'apprentissage des données, modélisent les relations de cause à effet entre les processus ...
- 2) Pour la première fois, un modèle bayésien est utilisé pour représenter l'influence entre les pertes opérationnelles corrélées qui sont subies à différents jours par exploitation d'un ensemble de données dont les enregistrements représentent les pertes subies sur T jours : à l'aide de cet ensemble de données, les nœuds du réseau représentent la perte globale sur T jours et la VaR sur une période T peut être calculée ...
- 3) La méthode proposée est conçue pour une mise en œuvre pratique dans une banque de petite à moyenne taille : puisque le réseau ne contient que des nœuds représentant les distributions de pertes sur une certaine période, seules les pertes survenant dans les différents processus doivent être surveillées¹⁸⁸. »

¹⁸⁵ Neil, M., Häger, D. et L.B. Andersen. « Modeling operational risk in financial institutions using hybrid dynamic Bayesian networks », dans *The Journal of Operational Risk* (3-33), Volume 4, Numéro 1, printemps 2009. http://bayes.customer3.netflexapp.no/media/jop_v4n1a1.pdf.

¹⁸⁶ Ibid., Annexe B.

¹⁸⁷ Aquaro, V., Bardoscia, M., Bellotti, R., Consiglio, A., De Carlo, F. et coll. « A Bayesian Networks Approach to Operational Risk », épreuve transmise à Physica A, 14 février 2012, p. 15. <http://arxiv.org/pdf/0906.3968.pdf>.

¹⁸⁸ Ibid., p. 16.

Réseaux de croyance (Credal Networks)

Dans *Credal Networks for Operational Risk Measurement and Management*, Antonucci et coll. proposent d'utiliser des réseaux de croyance (credal networks). Ils déclarent :

[traduction] « Les réseaux bayésiens sont des modèles graphiques dont la quantification exige le déclenchement précis de relations probabilistes entre les différents facteurs. Pourtant, cette exigence est confrontée au genre d'incertitude qui caractérise les jugements experts qualitatifs au sujet du risque opérationnel.

C'est la raison pour laquelle nous envisageons les réseaux de croyance (credal networks) (sect. 3.2), qui sont une généralisation de réseaux bayésiens constitués de probabilités imprécises, comme un modèle plus crédible du risque opérationnel. Les réseaux de croyance (credal networks) permettent la spécification d'intervalles (ou, de façon plus générale, ensembles convexes fermés de fonctions de masse) et non comme des valeurs de probabilité simples : cet énoncé semble mieux adapté pour capter la connaissance humaine. Cette souplesse a également trait à l'observation des variables : les réseaux de croyance (credal networks) peuvent accepter les observations vagues, en vertu desquelles on ignore en tout ou en partie la situation réelle d'une variable observée¹⁸⁹. »

Antonucci et coll. en viennent à la conclusion que les réseaux de croyance (credal networks) présentent les mêmes avantages que les RB et offrent une plus grande liberté et une robustesse accrue lorsqu'ils intègrent des éléments probants d'expert dans l'étalonnage des probabilités sous-jacentes.

Considérations d'ordre pratique liées à l'utilisation des RB

Lorsqu'on utilise des RB, l'une des premières considérations d'ordre pratique consiste à apprendre à décomposer un domaine problème en un ensemble de propositions causales ou conditionnelles représentatives et significatives. Neil et coll. indiquent qu'il n'est pas nécessaire de rechercher la distribution complète de probabilités conjointes auprès d'un seul expert, mais on peut « diviser pour régner » afin d'obtenir l'avis d'un expert au sujet des spécifications partielles en tirant profit des connaissances des experts sur diverses questions¹⁹⁰.

Un autre point important a trait à la façon de tenir dûment compte de la subjectivité et de l'incertitude qui sous-tendent la construction d'un RB. Corrigan et Luraschi déclarent : [traduction] « Dans tous les cas, il faut tenir compte du niveau de qualité ou d'incertitude de l'information sous-jacente dans les estimations des paramètres de la distribution, plutôt que de supposer qu'il est parfait¹⁹¹. »

¹⁸⁹ Antonucci, A., Piatti, A. et M. Zaffalon. « Credal Networks for Operational Risk Measurement and Management », Istituto "Dalle Molle" di Studi sull'Intelligenza Artificiale, Suisse, 2007, p. 2.
<http://www.idsia.ch/~alessandro/papers/antonucci2007c.pdf>.

¹⁹⁰ Neil, M., Marquez, D. et N. Fenton. « Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », dans *The Capco Institute – Journal for Financial Transformation*, p. 134, http://www.eecs.qmul.ac.uk/~martin/index_files/capco%20paper.pdf, page consultée le 24 janvier 2014.

¹⁹¹ Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework » dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 45. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

Pour la construction d'un RB, Sanford et Moosa indiquent que les RB sont mieux adaptés aux situations où les connexions entre les nœuds sont davantage éparpillées que saturées¹⁹². Dans leur description de la méthodologie de construction d'un RB, Sanford et Moosa affirment que la construction et la mise au point de RB relèvent tout autant de l'art que de la science. Il faut beaucoup de jugement quant au niveau de détail convenable, aux nœuds à inclure, et aux relations de cause à effet existantes. Ils proposent une règle pragmatique : [traduction] « suffisamment simple pour être utilisée et suffisamment complexe pour être utile¹⁹³. »

Une autre considération pratique importante a trait aux logiciels. De nombreux documents citent la disponibilité des logiciels, pour la plupart accessibles gratuitement sur Internet. Les sources sur le Web sont indiquées dans divers documents par Alexander. En outre, un site Web bâti par Kevin Murphy et mis à jour le 16 juin 2014 dresse la liste des progiciels pour les modèles graphiques :

<http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Software/bnsoft.html>.

À l'instar de l'analyse de fréquence-sévérité, des questions sont soulevées sur la façon de jumeler les données internes et externes sur les pertes imputables au risque opérationnel en s'appuyant sur l'opinion d'experts.

Points forts et faiblesses des RB

Points forts

Les documents de référence consultés font état de nombreux avantages reliés à l'utilisation spécifique des RB pour la gestion et la mesure du risque opérationnel. L'un des arguments les plus généralisés concernant le recours à des RB est présenté par Neil et coll. :

[traduction] « Les RB ont l'avantage de nous permettre de jumeler les données statistiques disponibles et des données qualitatives d'une manière qui reprend la structure causale qui sous-tend le processus, ce qui en facilite la compréhension et la transmission aux utilisateurs dans les entreprises. Grâce aux RB, nous pouvons : combiner des indicateurs proactifs des pertes qui se rattachent aux processus opérationnels et des mesures réactionnelles, notamment les risques évités de justesse et les données sur les pertes; intégrer des jugements d'expert sur la contribution des estimations qualitatives à l'évaluation globale des risques; saisir des éléments probants incomplets et obtenir tout de même des prédictions significatives; exécuter de puissantes analyses de scénarios afin d'évaluer la sensibilité des conclusions; obtenir un outil visuel de raisonnement et une aide importante à la documentation; effectuer une comparaison mutuelle de scénarios de rechange et d'analyse de sensibilité afin d'évaluer l'effet de changements apportés à la conception de l'infrastructure; effectuer une évaluation de la VaR pour chaque service et une évaluation globale afin de déterminer les primes d'assurances (ou décider de s'auto-assurer), et déterminer les niveaux et les secteurs d'investissement dans les améliorations; et obtenir des

¹⁹² Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operation risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, Ébauche de document de travail, 2008, p. 8. http://www.melbournecentre.com.au/WorkingPaper_part1_Sanford_Moosa2008.pdf.

¹⁹³ Ibid., p. 12.

extrants sous forme de prédictions vérifiables à partir de mesures réelles de rendement et de taux d'événements de perte¹⁹⁴. »

Tripp et coll. citent les multiples avantages de l'utilisation de schémas de risques fondés sur les causes, qui sont à la base des RB. À ce sujet, ils déclarent que ces schémas :

- présentent une bonne structure d'analyse des pertes connues;
- permettent d'établir une distinction nette entre les événements de risque et les résultats des risques;
- précisent les décisions de la direction qui ont entraîné des pertes opérationnelles;
- révèlent la chaîne complexe de cause à effet qui sous-tend les pertes imputables au risque opérationnel;
- permettent d'analyser les pertes éventuelles;
- appuient l'évaluation de l'efficacité des contrôles et des mesures d'atténuation¹⁹⁵.

À titre de technique prospective, un RB établit un lien entre les facteurs réputés influencer le risque opérationnel (c.-à-d. les principaux facteurs de risque) et les mesures du risque (p. ex. les principaux indicateurs de risque)¹⁹⁶. Par conséquent, la construction et l'analyse d'un RB permet d'identifier les stimulants explicites favorables à une modification du comportement. [traduction] « En outre, lorsqu'un principal indicateur de risque est le nœud cible, le réseau bayésien peut servir à fixer des niveaux seuils et à mesurer l'efficacité du contrôle des risques¹⁹⁷. » Un RB peut être utilisé pour effectuer une analyse des coûts-avantages des mécanismes de contrôle des risques; les contrôles de risque optimaux y sont déterminés au moyen d'une analyse de scénarios. Selon Corrigan et Luraschi, le principal point fort de la méthode du RB réside dans sa capacité d'échange d'information. Cette fonction permet à une société d'assurances de déterminer vigoureusement des limites de risque opérationnel qui sont conformes à ses niveaux de propension à prendre des risques opérationnels¹⁹⁸. Corrigan et Luraschi mentionnent également que l'avantage du recours à des RB pour le calcul du capital a trait à la capacité de ces réseaux [traduction] « d'établir un lien direct entre le capital requis et les états observés des facteurs opérationnels importants et donc, de gérer le capital de façon dynamique, compte tenu du contexte opérationnel¹⁹⁹. »

Comme le mentionnent Sanford et Moosa, l'un des principaux avantages des RB pour modéliser le risque opérationnel réside dans leur capacité de répondre aux demandes de renseignements prévisibles et diagnostiques. Ils établissent une différence entre ces deux types de demandes de renseignements à l'aide de l'exemple suivant :

- Une demande de renseignements prévisible peut renfermer la question qui suit : « Quelle est la probabilité d'un défaut de paiement si un prêt est en traitement? »

¹⁹⁴ Neil, M., Marquez, D. et N. Fenton. « Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », dans *The Capco Institute – Journal for Financial Transformation*, p. 132, http://www.eecs.gmul.ac.uk/~martin/index_files/capco%20paper.pdf, page consultée le 24 janvier 2014.

¹⁹⁵ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par un Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004, par. 6.5.1. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

¹⁹⁶ C. Alexander. « Chapter 14 Managing Operational Risk with Bayesian Networks », dans *Operational Risk: Regulation, analysis, and Management*, 2003, par. 14.5. http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

¹⁹⁷ Ibid., par. 14.5.

¹⁹⁸ Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 6. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

¹⁹⁹ Ibid., p. 49.

- Une demande de renseignements diagnostique peut comporter la question suivante : « Quel est le type d'opération traitée le plus probable en cas de défaut de paiement?²⁰⁰ »

Dans *Agena White Paper – intelligent solutions for quantifying operational risk*, on mentionne un énorme engouement pour les RB en raison des avantages suivants :

- [traduction] « La meilleure méthode de raisonnement dans un contexte d'incertitude;
- Les problèmes de résolubilité des calculs ont été réglés de sorte que les réseaux bayésiens peuvent maintenant être appliqués à de véritables problèmes de grande envergure;
- Cette méthode peut regrouper des données diverses, notamment des croyances subjectives et des données empiriques;
- Ces réseaux peuvent utiliser des éléments probants incomplets et obtenir quand même des prédictions;
- Ils effectuent de puissantes analyses de scénarios pour mesurer la sensibilité des conclusions;
- Il s'agit d'un outil de raisonnement visuel et d'une aide importante à la documentation²⁰¹. »

Enfin, un RB peut être utilisé avec une vaste gamme de CRO, notamment lorsque des données historiques (internes ou externes) ne sont pas disponibles ou sont insuffisantes pour une modélisation de fréquence-sévérité plus classique. Par conséquent, les RB représentent une méthode viable de quantification du risque opérationnel lorsque les données historiques sur les pertes sont limitées ou inexistantes. Les RB [traduction] « sont appliquées à des catégories de risque à l'intérieur desquelles il est plus difficile de quantifier les données, notamment le risque humain²⁰². » Ils sont également réputés valables lorsque le passé n'est pas garant de l'avenir.

Exercice d'un jugement d'expert – Un point fort et une faiblesse

L'exercice d'un jugement d'expert, qui est essentiel pour les étapes de construction d'un RB et d'obtention des données, est perçu comme un avantage et une faiblesse des RB. Sanford et Moosa considèrent que le recours à des experts pose trois problèmes :

- Les experts disponibles n'ont peut-être pas le bagage de connaissances suffisant pour couvrir tous les volets du domaine;
- Il se peut que les experts ne soient pas en mesure de préciser l'ordre précis des causes des événements;

²⁰⁰ Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operation risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, ébauche de document de travail, 2008, p. 9. http://www.melbournecentre.com.au/WorkingPaper_part1_Sanford_Moosa2008.pdf.

²⁰¹ « Intelligent solutions for quantifying Operational Risk », dans *Agena White Paper*, Agena Ltd., 2004, pp. 2-3. http://www.agenarisk.com/resources/technology_articles/Operational_Risk.pdf.

²⁰² C. Alexander. « Bayesian Methods for Measuring Operational Risk », ISMA Centre, The Business School for Financial Markets, University of Reading, 2000, p. 12. <http://www.icmacentre.ac.uk/pdf/discussion/DP2000-02.pdf>.

- Les problèmes surgissent lorsque l'on conjugue les probabilités fournies par différents experts²⁰³.

Par conséquent, la rétroaction et la modélisation fréquentes sont des éléments importants du recours à des RB.

Faiblesses

Dans *Operational Risk Management – Implementing a Bayesian Network for Foreign Exchange and Money Market Settlement*, Adusei-Poku décrit la critique qui suit au sujet des RB appliqués au risque opérationnel :

[traduction] « Au départ, la plus importante critique au sujet de l'application des RB au risque opérationnel était de nature philosophique et portait sur l'utilisation de données subjectives. Toutefois, en modélisation du risque opérationnel, le recours à ce type de données sous forme d'autoévaluation de contrôle est maintenant généralement reconnu, affaiblissant du même coup cette critique. En effet, il est très peu possible d'éviter des évaluations subjectives dans le contexte du risque opérationnel.

Certains spécialistes du risque opérationnel estiment que la construction et l'entretien de RB sont assez complexes. Des critiques croient que les réseaux exigent trop d'effort et donnent trop peu en retour; par contre, d'autres considèrent que l'obtention des probabilités numériques nécessaires représente un important obstacle²⁰⁴. »

Plusieurs autres faiblesses touchant le recours aux RB pour modéliser le risque opérationnel sont fréquemment citées. Il peut s'avérer très difficile d'étalonner un RB et l'opération exige un important investissement de ressources. La construction d'un RB est énormément subjective. [traduction] « Ces réseaux représentent la perspective de la réalité que se fait le modélisateur; il peut donc exister plusieurs modèles représentant le même type de perte opérationnelle²⁰⁵. » En raison de l'évolution constante des contextes internes et externes, les RB exigent des mises à jour périodiques. Dans les faits, ces inconvénients sont également applicables, éventuellement à divers niveaux, à la méthode de la fréquence-sévérité.

En prétendant que les réseaux de croyance (credal networks) sont préférés aux RB, Antonucci et coll. commentent les problèmes rattachés à ces derniers :

[traduction] « La tâche la plus cruciale et la plus fastidieuse pour l'implantation d'un filet bayésien au titre des mesures pratiques liées au risque opérationnel consiste à quantifier les probabilités. Ce processus peut être essentiel et très arbitraire ... Le problème réside dans le fait que ce type de connaissances ne peut être modélisé au moyen d'énoncés probabilistes précis ...

...

²⁰³ Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operation risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, ébauche de document de travail, 2008, p. 13. http://www.melbournecentre.com.au/WorkingPaper_part1_Sanford_Moosa2008.pdf.

²⁰⁴ K. Adusei-Poku. « Operational Risk Management – Implementing a Bayesian Network for Foreign Exchange and Money Market Settlement », University of Gottingen, 2005, p. 23. <http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AF0F-F/adusei-poku.pdf?sequence=1>.

²⁰⁵ Ramamurthy, S., Arora, H. et A. Ghosh. « Operational Risk Probabilistic Network – An Application to Corporate Actions Processing », dans *Infosys*, Livre blanc, novembre 2005, p. 6. <http://www.infosys.com/industries/financial-services/white-papers/documents/operational-risk-probabilistic-networks.pdf>.

Pour certaines variables, la spécification ... affiche des fourchettes de valeurs plutôt que des valeurs précises de probabilités évaluées par les experts. Mais en bout de ligne, il faut adopter une *valeur type* dans cette fourchette pour l'appliquer aux filets bayésiens. Par conséquent, l'étape de la modélisation exige des évaluations artificiellement rigoureuses que l'on peut éviter en recourant à des filets de croyance (credal)²⁰⁶. »

Des banques européennes ont expérimenté sans grand succès les RB pour la quantification des fonds propres au titre du risque opérationnel. Il est difficile de déterminer si les problèmes qu'a connus le secteur bancaire se transposeront dans le secteur des assurances. En principe, ce secteur devra pousser la recherche pour confirmer l'applicabilité des RB à la quantification du capital relatif au risque opérationnel.

Analyse de scénarios

Structure, introduction et sources

Structure

Cette section du présent document se présente comme suit :

- Structure, introduction et sources;
- Exigences de Bâle II et de l'AICA pour l'analyse de scénarios;
- Exécution d'analyses de scénarios, y compris la préparation de scénarios et leur utilisation pour calculer le capital;
- Considérations d'ordre pratique pour l'analyse de scénarios;
- Points forts et faiblesses.

Introduction

L'analyse de scénarios est utilisée depuis des décennies comme un important outil de décision dans de nombreuses disciplines, notamment la gestion, le génie, la défense, la médecine, les finances et l'économie²⁰⁷. Dans *Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach*, Dutta et Babel proposent l'introduction suivante à l'analyse de scénarios :

[traduction] « Utilisée correctement et systématiquement, l'analyse de scénario peut révéler de nombreux aspects importants d'une situation qui seraient par ailleurs ratés. Compte tenu de la situation actuelle d'une entité, l'analyste tente de naviguer à travers les situations et les

²⁰⁶ Antonucci, A., Piatti, A. et M. Zaffalon. « Credal Networks for Operational Risk Measurement and Management », Istituto "Dalle Molle" di Studi sull'Intelligenza Artificiale, Suisse, 2007, pp. 5-6.

<http://www.idsia.ch/~alessandro/papers/antonucci2007c.pdf>.

²⁰⁷ Dutta, K.K., et D.F. Babel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012, p. 1.
<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

événements qui pourraient influencer à l'avenir sur d'importantes caractéristiques de l'entité. Par conséquent, l'analyse de scénarios comporte deux éléments importants :

1. L'évaluation des possibilités futures (états futurs) en ce qui concerne une certaine caractéristique.
2. Les connaissances actuelles (états actuels) de cette caractéristique pour l'entité.

Les scénarios doivent être d'une durée significative, car le temps les rendra caducs. En outre, l'état actuel d'une entité et le contexte dans lequel elle exerce son activité donnent lieu à diverses possibilités futures²⁰⁸. »

Selon Eric Rosengren, les analyses de scénarios sont utilisées par les banques à trois fins principales : les simulations de crise, la création de pertes synthétiques (lorsque les données internes sur les pertes sont insuffisantes), et l'élaboration de fonctions de sévérité pour la méthode de fréquence-sévérité²⁰⁹.

En juillet 2013, le Comité de réglementation des assurances de l'AAI a diffusé un document intitulé *Stress Testing and Scenario Analysis*. Le sommaire renferme l'énoncé suivant :

[traduction] « Un scénario décrit des conjonctures cohérentes dans le temps qui découlent d'un ensemble ou d'une suite d'événements plausibles et potentiellement défavorables. Une simulation de crise porte sur l'analyse d'un scénario extrême qui a habituellement un grave impact sur l'organisation et qui tient compte de l'interdépendance des principaux risques.

Ensemble, ils complètent l'utilisation des modèles de capital économique qui appliquent des probabilités aux scénarios futurs possibles pour déterminer les besoins de capital convenables d'une entreprise. Contrairement aux modèles internes, l'analyse de scénarios et les simulations de crise évaluent l'effet financier des événements ou séquence d'événements qui engendrent des scénarios précis suffisamment détaillés de sorte que leurs causes puissent être déterminées et que leurs effets sur l'entreprise puissent être compris. Par conséquent, ils peuvent être utilisés pour favoriser une meilleure compréhension des tenants et aboutissants de la vulnérabilité d'une entreprise à des risques extrêmes très incertains²¹⁰. »

Le résultat de l'analyse de scénarios servirait à éclairer la propension à prendre des risques, de même que les calculs du capital.

Sources

Le présent document de recherche se fonde principalement sur les sources suivantes :

- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011;

²⁰⁸ Ibid., p. 1.

²⁰⁹ Eric Rosengren, vice-président à la direction de la Federal Reserve Bank of Boston, exposé intitulé *Scenario Analysis and the AMA*, 19 juillet 2006, p. 3. http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/data/fsc0608be9.pdf.

²¹⁰ Comité de la réglementation des assurances de l'AAI. « Stress Testing and Scenario Analysis », juillet 2013, p. 1. http://www.actuaries.org/CTTEES_SOLV/Documents/StressTestingPaper.pdf.

- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres Dispositif révisé Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006;
- Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013;
- Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012;
- AICA. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », 1^{er} octobre 2011, y compris des modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013);
- Comité de la réglementation des assurances de l'AAI. « Stress Testing and Scenario Analysis », juillet 2013;
- Life Operational Risk Working Party, y compris N. Dexter, C. Ford, P. Jakahria, P. Kelliher, D. McCall et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », 26 mai 2006;
- Eric Rosengren, exposé intitulé « Scenario Analysis and the AMA », Federal Reserve Bank of Boston, 19 juillet 2006.

Exigences de Bâle II et de l'AICA pour l'analyse de scénarios

En vertu de Bâle II, les banques qui appliquent les AMA doivent intégrer une analyse de scénarios. L'article 675 de Bâle II se lit comme suit :

« Lorsqu'elle évalue son exposition à des événements pouvant engendrer des pertes sévères, une banque doit utiliser une analyse de scénarios définis par des experts et recourant à des données externes. Cette approche, qui s'appuie sur les connaissances de cadres des métiers expérimentés et de spécialistes de la gestion des risques, permet d'obtenir des évaluations argumentées de pertes sévères plausibles. Par exemple, ces évaluations de spécialistes peuvent être exprimées sous la forme de paramètres d'une distribution statistique présumée des pertes. En outre, l'analyse de scénarios devrait être utilisée par la banque pour évaluer l'impact des déviations par rapport aux hypothèses de corrélations intégrées à son dispositif de mesure du risque opérationnel, en particulier pour estimer les pertes potentielles provenant de plusieurs événements de pertes simultanés. Cette évaluation doit être régulièrement validée et ajustée par rapport aux pertes effectives, afin d'assurer leur caractère raisonnable²¹¹. »

L'AICA exige également une analyse de scénarios pour l'identification et la mesure du risque. L'article 16.1 du document sur les PBA d'octobre 2013 se lit comme suit :

[traduction] « *Dispositif de gestion du risque d'entreprise – identification et mesure du risque*

16.1 L'autorité de contrôle exige que le dispositif de gestion du risque d'entreprise de la société d'assurances détermine et quantifie le risque selon une gamme suffisamment vaste de résultats, à l'aide de techniques adaptées à la nature, au niveau et à la complexité des

²¹¹ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres Dispositif révisé Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006; art. 675.
<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

risques assumés par la société d'assurances et qui conviennent aux fins de gestion du risque et du capital et de solvabilité²¹². »

La section 16.1.6 porte sur l'exigence de recourir à des techniques quantitatives prospectives pour mesurer le risque, et les sections 16.1.14 à 16.1.16 abordent plus précisément les simulations de crise et l'analyse de scénarios pour les sociétés d'assurances.

[traduction] « *Mesure, analyse et modélisation du niveau de risque*

16.1.6 Le niveau de risque représente une combinaison de l'effet qu'aura le risque sur la société d'assurances et la probabilité que ce risque se concrétise. Le niveau de risque assumé par la société d'assurances doit être évalué périodiquement à l'aide des techniques quantitatives prospectives qui conviennent, notamment la modélisation des risques [dans ce contexte, « modélisation » ne signifie pas nécessairement une modélisation stochastique complexe. Elle peut comprendre des méthodes moins compliquées]²⁷, des simulations de crise, y compris des simulations de crise inversées, et l'analyse de scénarios. Une gamme acceptable de situations ou d'événements défavorables doit être prise en compte, y compris ceux qui menacent sensiblement la situation financière de la société d'assurances; en outre, la direction doit déterminer des mesures et leur calendrier d'application. Il convient également de recourir à des techniques de mesure des risques pour établir des plans opérationnels et d'urgence à long terme, adaptés à la nature, à l'envergure et à la complexité du risque.

...

16.1.14 Les simulations de crise mesurent l'effet financier d'une crise sur un ou quelques facteurs qui influent sur la société d'assurances. L'analyse de scénarios tient compte des répercussions d'une combinaison de situations qui peuvent refléter des scénarios historiques extrêmes analysés en tenant compte de la situation actuelle. Un scénario peut être analysé de façon déterministe à l'aide d'une gamme de scénarios désignés, ou d'une manière stochastique, au moyen de modèles pour simuler de nombreux scénarios possibles, dans le but de dégager des distributions statistiques des résultats.

16.1.15 Les simulations de crise et l'analyse de scénarios doivent être effectués par la société d'assurances afin de valider et de comprendre les limites de ses modèles. Ils peuvent également servir à compléter l'utilisation de modèles pour les risques difficiles à modéliser, ou lorsqu'il ne convient pas de recourir à un modèle du point de vue des avantages et des coûts; par exemple lorsqu'il est urgent de recourir à une série de calculs en s'attardant à des points précis ou en dépassant les paramètres actuels du modèle afin d'examiner l'effet des mesures proposées par la direction.

16.1.16 L'analyse de scénarios peut être particulièrement utile pour faciliter la communication en matière de gestion des risques entre le conseil d'administration et la haute direction, et d'autres services de l'organisation, ce qui facilite l'intégration du dispositif de GRE de la société d'assurances à sa culture et à ses activités²¹³. »

²¹² AICA. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », (1^{er} octobre 2011, y compris les modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013), par. 16.1, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

²¹³ Ibid., ss. 16.1.6 et 16.1.14 à 16.1.16.

L'exécution d'une analyse de scénarios

Corrigan et Luraschi décrivent l'analyse de scénarios, qu'ils désignent « évaluation quantitative du risque » (EQR), comme [traduction] « la fusion des connaissances d'expert au sujet des états actuel et futur de l'entreprise et du contexte dans lequel elle exerce son activité, afin d'évaluer le risque opérationnel²¹⁴. » Le cadre de l'EQR qu'ils nous présentent comporte six éléments :

- [traduction] « Gouvernance – la gouvernance efficace est essentielle pour garantir l'appui du processus de la part des participants et des parties intéressées, de sorte qu'il repose sur l'intégrité, la constance et la longévité.
- Préparation – Une excellente connaissance des objectifs, du cadre et des renseignements à fournir est demandée aux participants pour qu'ils puissent contribuer efficacement au processus. Les domaines éventuels dans lesquels peuvent être établis des scénarios et les données pertinentes doivent faire l'objet d'une recherche et d'une préparation préalables.
- Évaluation – Cette étape est habituellement appliquée dans le cadre d'une série d'ateliers, d'entrevues ou de questionnaires englobant des experts en la matière, des cadres supérieurs, des gestionnaires de risque et de fonctions de groupe. Il faut recourir à des paramètres quantitatifs sur la fréquence et la sévérité du risque que pose chaque scénario.
- Validation – Compte tenu des biais qui peuvent s'immiscer dans le processus, les scénarios doivent être examinés globalement et contestés pour en garantir la constance aux plans du cadre, de la profondeur, de l'envergure et de l'étalonnage.
- Rapports – Les résultats des scénarios doivent être transmis à de nombreuses parties intéressées aux divers niveaux de l'entreprise, à partir des unités opérationnelles jusqu'au conseil d'administration.
- Évolution – Les scénarios doivent être mis à jour pour tenir compte du processus évolutif continu qui favorise l'évolution dynamique de l'entreprise dans son contexte opérationnel²¹⁵. »

Élaboration de scénarios

Dexter et coll. décrivent un processus à trois étapes pour produire des scénarios combinés :

- Étape 1 – choisir un événement de risque de base;
- Étape 2 – procéder à un remue-méninges au sujet de la totalité des causes et effets éventuels;
- Étape 3 – sélectionner des scénarios défavorables plausibles.

²¹⁴ Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 17. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

²¹⁵ Ibid., p. 17.

L'étape 1 prévoit l'examen d'une matrice d'évaluation du risque ou d'une liste détaillée semblable de CRO pour choisir un événement de risque de base convenable. L'étape 2 tient compte de toutes les causes éventuelles du risque de base. Dexter et coll. déclarent ce qui suit :

[traduction] « Cette démarche favorise également des chevauchements entre les scénarios à préciser de sorte que le nombre final de scénarios soit optimal; il est plus efficace de compter sur un petit nombre de vastes scénarios que sur un grand nombre de scénarios qui ne sont pas de grande envergure.

De même, il importe ensuite de déterminer la plus vaste gamme possible d'effets et de résultats éventuels du scénario. Certains d'entre eux peuvent sembler non réalistes ou extrêmement improbables, mais encore une fois, cela permet de tenir compte des plus vastes répercussions du scénario²¹⁶. »

Pour l'étape 3, il est recommandé de recourir à une discussion animée afin de déterminer le scénario plausible :

[traduction] « Les membres de la haute direction qui possèdent l'expertise pertinente devraient user de leur expérience et de leur connaissance des systèmes et contrôles pour examiner ce qui constitue un scénario plausible, compte tenu de toutes les causes et effets probables du scénario. Il est probable que plusieurs permutations logiques soient extraites du pire cas éventuel. À la suite de la discussion initiale, les scénarios plausibles devraient être convenus avec tous les membres de la haute direction prenant part à l'atelier; le processus d'évaluation peut être amorcé pour envisager l'impact financier éventuel et la probabilité de ces scénarios²¹⁷. »

Les organisations recourent souvent à des ateliers sur les scénarios pour rassembler [traduction] « dans un contexte structuré les cadres hiérarchiques, les cadres chargés de la gestion du risque d'entreprise et les personnes possédant une bonne connaissance et une vaste compréhension de leurs activités et du contexte dans lequel fonctionne l'entreprise²¹⁸. ». [traduction] « Les participants aux ateliers discutent du contexte des affaires, de leurs pratiques commerciales actuelles, et ils acceptent les consignes et l'aide qui découlent des données externes » pour établir des scénarios dans chaque unité de mesure²¹⁹. Au cours d'un atelier sur les scénarios, les experts-conseils externes ajoutent souvent leur expertise au processus décisionnel. Dans les délibérations, les participants tiendraient compte des pertes découlant d'événements de pertes imputables au risque opérationnel à l'interne et à l'externe. Les ateliers peuvent être animés par un expert-conseil externe ou par le chef de la gestion des risques (CGR) de la société d'assurances. Si le CGR de la société d'assurances ne participe pas à l'atelier sur les scénarios, il peut devoir valider les décisions prises au cours de l'atelier.

Les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA* énoncent les attentes suivantes pour les banques qui effectuent des analyses de scénarios :

²¹⁶ Dexter, N., Ford, C., Jakahria, P., Kelliher, P., McCall, D. et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du risque opérationnel en assurance-vie, 2006, p. 28.

<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf>.

²¹⁷ Ibid., p. 28.

²¹⁸ Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012, p. 6.

<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

²¹⁹ Ibid., p. 6.

[traduction] « Les données sur les scénarios fournissent un point de vue prospectif sur les expositions éventuelles au risque opérationnel. Un vigoureux dispositif de gouvernance régissant le processus de scénario est essentiel à l'intégrité et à la constance des estimations obtenues. Les autorités de contrôle observent de façon générale les éléments qui suivent dans un dispositif de scénario établi :

- a) Un processus bien défini et pouvant être repris;
- b) Une préparation de bonne qualité des participants au processus d'élaboration de scénarios;
- c) Des animateurs compétents et expérimentés qui garantissent la constance du processus d'animation;
- d) Des représentants compétents de l'entreprise, des experts en la matière et des agents chargés de la fonction de gestion du risque opérationnel au sein de l'entreprise comme participants au processus;
- e) Un processus structuré pour la sélection des données utilisées pour établir des estimations de scénario;
- f) Des documents de grande qualité qui renferment un raisonnement et des éléments probants clairs, à l'appui des résultats du scénario;
- g) Un processus et une supervision vigoureux et indépendants de remise en question de la fonction de gestion du risque opérationnel de la société pour garantir l'à-propos des estimations de scénario;
- h) Un processus qui s'adapte aux changements de contexte interne et externe;
- i) Des mécanismes d'atténuation des biais dans les processus de scénario. Ces biais comprennent l'ancrage, la disponibilité et la motivation²²⁰. »

Lorsqu'elle prépare des scénarios, la société d'assurances analyse les pertes imputables à des événements de pertes imputables au risque opérationnel (à partir de données internes et externes) et tient compte de l'envergure et de la probabilité de survenance, d'après l'état actuel de son profil de risque. Une société d'assurances étudiera d'autres renseignements se rapportant au contexte de son activité et à son système de contrôle interne qui influenceront sur les scénarios. Des scénarios sont choisis comme des événements qui devraient se produire (par exemple, un événement aux 100 ans)²²¹. L'AAI fait remarquer que les scénarios peuvent être complexes, comprendre des changements et des interactions entre de nombreux facteurs au fil du temps, peut-être sous l'effet d'un ensemble d'événements en cascade²²². Une description de l'événement de perte, ainsi que sa sévérité et sa fréquence, constituent le scénario. La sévérité peut représenter une valeur ou une échelle de valeurs.

²²⁰ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 51. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

²²¹ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par un Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004: par. 4.2.2. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

²²² Comité de la réglementation des assurances de l'AAI. « Stress Testing and Scenario Analysis », juillet 2013, p. 3. http://www.actuaries.org/CTTEES_SOLV/Documents/StressTestingPaper.pdf.

Aux fins de l'exécution d'une analyse de scénarios, Tripp et coll. font remarquer que deux types d'événements peuvent être pris en compte : des événements historiques et hypothétiques. Ils indiquent qu'il est souvent plus facile de comprendre les événements historiques et ils sont parfois jugés moins arbitraires, tandis que les événements hypothétiques peuvent produire une analyse plus systématique et approfondie, mais ils peuvent anticiper le risque sans parallèle historique²²³. Il est important de saisir des événements hypothétiques dans l'analyse de scénarios, car ils peuvent renfermer des événements extrêmes non inclus dans les données internes ou externes sur les pertes. En ce qui concerne le calendrier et la fréquence de l'analyse de scénarios, Tripp et coll. mentionnent que [traduction] « les tests doivent être effectués au moins une fois l'an, ou plus fréquemment, selon les répercussions possibles des risques²²⁴. »

Utilisation de scénarios pour calculer le capital

Dexter et coll. décrivent le processus d'utilisation directe des résultats de l'analyse de scénarios pour calculer le capital. Le scénario choisi à cette fin serait conforme au niveau de confiance souhaité (ou à d'autres mesures statistiques) qu'impose le régime de capital réglementaire.

[traduction] « Le capital requis pour ce risque opérationnel représente simplement la perte quantifiée du scénario défavorable (pour les répercussions réputées nécessiter du capital).

Supposons que L_i est la perte de scénario pour le centile requis du risque opérationnel i -th à partir de la queue $\sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}$.

Il faut ensuite procéder à une agrégation autour des pertes du scénario K pour calculer la perte en centile à partir de la queue de la distribution de la perte globale.

$$\text{ORCA} = \text{Agg}(\{L_i\}, \{\rho_{ij}\}) \text{ où } i, j = 1, 2, \dots, K$$

et ρ_{ij} est la corrélation entre le risque opérationnel i et j

Cette agrégation peut être effectuée à l'aide d'une formule d'agrégation, notamment la racine carrée de la somme des carrés, ce qui permet des corrélations. Cette méthode exige une matrice K par K d'estimations de corrélation par paires. Ces estimations doivent porter sur la relation entre les pertes totales plutôt que sur la fréquence ou la sévérité des événements de perte pour chaque risque²²⁵. »

Dans une version antérieure de *Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach*, Dutta et Babbel (2010) observent les problèmes que pose le recours à une analyse de scénarios pour quantifier le capital lié au risque opérationnel. Ils mentionnent ce qui suit :

[traduction] « La Banque du Japon a organisé un atelier sur l'analyse de scénarios liée au risque opérationnel en 2006²²⁶. Les exposés de Nagafuji (2006), Oyama (2006) et Rosengren

²²³ Tripp, M.H., Bradley, H.L., Devitt, R., Orros, G.C., Overton, G.L. et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par un Groupe de travail du GIRO, 22 mars 2004: par. 4.2.3.

<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

²²⁴ Ibid., par. 4.2.4.

²²⁵ Dexter, N., Ford, C., Jakahria, P., Kelliher, P., McCall, D. et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du risque opérationnel en assurance-vie, 2006, pp. 18-19.

www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf.

²²⁶ Dutta et Babbel : Pour plus de précisions au sujet des exposés et des discussions tenues au cours de l'atelier, consulter : http://www.boj.or.jp/en/type/release/zuiji_new/fsc0608a_add.htm. À notre avis, il s'agit d'un atelier très utile qui

(2006) saisissent et résument correctement l'art d'appliquer l'analyse de scénarios pour évaluer le risque opérationnel, et les problèmes qui s'y rattachent. Les problèmes abordés dans ces exposés sont encore très réels, quatre ans plus tard. En effet, nous soutenons que depuis, on s'est très peu concentré, voire pas du tout, sur l'élaboration d'une méthode d'évaluation du risque opérationnel axée sur les scénarios. Même si de nombreux travaux de recherche ont été axés sur la recherche d'une distribution de la sévérité en fonction des données internes et externes sur la sévérité des événements de perte, à notre connaissance, aucuns travaux n'ont porté systématiquement sur les problèmes relatifs à l'intégration des données issues de l'analyse de scénarios au calcul du capital du risque opérationnel d'une institution. Pourtant, les données sur les scénarios, malgré leurs lacunes, représentent les éléments d'information essentiels qui doivent être pris en compte sérieusement dans la mesure du risque opérationnel²²⁷. »

Bien que cette citation ne soit pas comprise dans la dernière version de leur document, Dutta et Babbel ont émis un point de vue semblable en 2012 :

[traduction] « Rosengren (2006) a bien saisi et résumé l'art d'appliquer l'analyse de scénarios pour évaluer le risque opérationnel, et les problèmes qui s'y rattachent. Les problèmes abordés par Rosengren (2006) sont encore très réels. En effet, depuis l'intervention de l'auteur, on s'est très peu concentré, voire pas du tout, sur l'élaboration d'une méthode d'évaluation du risque opérationnel axée sur les scénarios. Lambrigger et coll. (2007) représentent l'exception; ils ont rapidement tenté de jumeler le jugement d'expert et les données internes et externes sur les pertes opérationnelles. Leur approche informelle consistait à rajuster qualitativement la distribution des pertes à l'aide d'opinions d'experts, mais ils n'ont produit aucun modèle officiel pour intégrer des scénarios aux données internes et externes sur les pertes. Les méthodes que nous avons trouvées dans les documents de référence sont très ponctuelles, et la plupart renferment des scénarios et des données internes et externes sans justifications valables²²⁸. »

Dutta et Babbel proposent une méthode appelée « changement de mesure » qui conjugue analyse de scénarios et données historiques sur les pertes. Cette approche permet d'évaluer l'effet de chaque scénario sur l'estimation totale du capital de risque opérationnel. Dutta et Babbel mentionnent ce qui suit :

[traduction] « La principale contribution de ces travaux est, à notre avis, l'interprétation significative des données de scénario, conformément aux pertes subies par l'institution, au plan tant de la fréquence que de la sévérité des pertes. À partir de cette interprétation, nous indiquons de quelle façon on peut utiliser efficacement les données du scénario, de même que les données historiques, pour mesurer l'exposition au risque opérationnel et, au moyen du concept de changement de mesure, évaluer l'effet du scénario sur le risque opérationnel²²⁹. »

nous a permis d'aborder des questions touchant le recours à l'analyse de scénario pour mesurer et gérer le risque opérationnel.

²²⁷ Dutta K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 24 septembre 2010, p. 5. <http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/10/10-10.pdf>.

²²⁸ Ibid., p. 4.

²²⁹ Ibid., p. 2.

Les détails théoriques et mathématiques de leur méthode ne sont pas repris dans le présent document.

Considérations d'ordre pratique pour l'analyse de scénarios

Dans son exposé intitulé *Scenario Analysis and the AMA*, Rosengren parle des « Éléments à prendre en compte dans les scénarios – Leçons économiques comportementales ». Il mentionne les longs écrits de Tversy et Kahneman au sujet de la psychologie du choix. Plus particulièrement, il mentionne leur article dans la revue *Science* en 1981, qui [traduction] « démontre que les réponses aux problèmes relatifs aux décisions varient selon la formulation de la question et le cadre de référence des répondants²³⁰. » Rosengren conclut que les théories comportementales sont pertinentes pour établir une bonne analyse de scénarios. Le contexte, le ton, le style, la place des questions, et la séquence des décisions peuvent influencer sur les réponses. De même, les discussions au sujet des effets de l'atténuation des risques peuvent être influencées par la façon d'envisager les effets; s'agit-il de gains ou de pertes?²³¹ »

À l'instar des autres méthodes précédemment décrites, l'analyse de scénarios exige beaucoup de jugement; ses assises sont empreintes d'une grande subjectivité. Le Comité de Bâle reconnaît la subjectivité et l'incertitude qui en découle, comme en font foi les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA*.

[traduction] « Un cadre dynamique d'analyse de scénarios représente une partie importante du cadre de gestion du risque opérationnel (CGRO) afin de produire des éléments de scénario fiables qui seront ensuite intégrés au modèle d'AMA. Le Comité reconnaît que le processus de scénario est qualitatif et que son produit comporte nécessairement d'importantes incertitudes. Celles-ci, de même que l'incertitude générée par les autres éléments, devraient être prises en compte dans le résultat du modèle qui produira une fourchette aux fins de l'estimation du capital. Le Comité est conscient que la quantification de l'incertitude issue des biais du scénario pose un important problème et qu'elle représente une question qui doit faire l'objet de recherches plus approfondies²³². »

Dans les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA*, le Comité de Bâle propose également que les suggestions qui suivent soient prises en compte dans l'analyse de scénarios :

[traduction] « Certains éléments sont importants pour la gestion des risques même s'ils dépassent le cadre requis pour la quantification. Plus particulièrement, les éléments ci-dessous peuvent permettre de détecter rapidement les lacunes et les erreurs dans les processus ou dans les systèmes de contrôle interne. Ils peuvent également constituer des intrants utiles pour l'analyse de scénarios.

- a) « Événements de risque évités de justesse » : Événements liés au risque opérationnel qui n'entraînent pas de perte. Par exemple, une interruption de la TI sur le parquet, tout juste après les heures d'affaires.
- b) « Événements de gains attribuables au risque opérationnel » : Événements liés au risque opérationnel qui produisent un gain.

²³⁰ Eric Rosengren, vice-président à la direction de la Federal Reserve Bank of Boston, exposé intitulé *Scenario Analysis and the AMA*, 19 juillet 2006, p. 14. http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/data/fsc0608be9.pdf.

²³¹ Ibid., p. 17.

²³² Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 9. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

- c) « Coût d'opportunité/pertes de revenus » : Événements liés au risque opérationnel qui empêchent une activité future indéterminée (p. ex. coûts relatifs aux ressources humaines non prévues au budget, revenus non perçus et coûts de projet se rapportant à l'amélioration des processus)²³³. »

D'autres considérations importantes pour l'exécution de l'analyse de scénarios comprennent, entre autres :

- La définition des critères pour désigner les experts en la matière dans le cadre des ateliers sur les scénarios;
- La préparation de documents d'information et de formation à livrer aux experts en la matière en prévision des ateliers sur les scénarios;
- Au cours du processus de sélection des scénarios, veiller à ce que les scénarios modélisés tiennent dûment compte du profil de risque opérationnel;
- La définition de méthodes pour déterminer séparément la fréquence et la sévérité de l'analyse de scénarios;
- La détermination du nombre de scénarios à modéliser;
- L'établissement d'un processus de gouvernance pour la sélection des scénarios et l'évaluation de la qualité des résultats de l'atelier.

Bien qu'un plus grand nombre de scénarios puisse donner l'apparence d'une approche plus granulaire, il pourrait en découler une réduction de la qualité globale et un manque de précision pour les principaux risques opérationnels.

Points forts et faiblesses

Points forts

L'analyse de scénarios est tout particulièrement utile pour quantifier le risque opérationnel lorsque les données se rapportant à certaines CRO sont à ce point limitées et(ou) incertaines que des résultats significatifs ne peuvent être obtenus à partir de la méthode de fréquence-sévérité ou d'un RB. Par exemple, les risques juridique et de réglementation figurent parmi les plus importants risques opérationnels auxquels sont confrontées les sociétés d'assurances de personnes de l'Allemagne. Pour ces types de risques, les méthodes fondées sur des données historiques sont souvent infructueuses, et les assureurs qui quantifient ces risques au moyen d'analyses de scénarios obtiennent souvent une perspective intéressante en faisant preuve de pertinence stratégique.

L'analyse de scénarios représente également un outil précieux dans le cadre de l'approche de fréquence-sévérité, car elle peut permettre d'éclairer l'ajustement des distributions et de valider l'agrégation des risques²³⁴. Comme nous l'avons précédemment décrit, l'analyse de scénarios est perçue comme un

²³³ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, pp. 22-23. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

²³⁴ Dexter, N., Ford, C., Jakahria, P., Kelliher, P., McCall, D. et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du risque opérationnel en assurance-vie, 2006, p. 18. www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf.

important avantage dans le cadre de l'utilisation de RB. Aux fins de comparaison de l'analyse de scénarios et de la méthode de fréquence-sévérité, Dexter et coll. déclarent que l'analyse de scénarios constitue une approche plus pragmatique et transparente pour calculer le capital, parce qu'elle influence directement le capital requis et ne comprend pas des interactions complexes entre les distributions de fréquence et de sévérité.

Faiblesses

Dans les *Lignes directrices de Bâle pour les AMA*, le Comité de Bâle fait part de ses craintes au sujet des incohérences au titre des hypothèses établies à l'aide d'une méthode axée sur un scénario et d'une méthode axée sur les pertes :

[traduction] « Même si les subtilités des modèles AMA reposant principalement sur l'analyse de scénarios (méthodes fondées sur les scénarios, ou MFS) diffèrent de celles des modèles AMA fondés en grande partie sur les données relatives aux pertes (méthode de distribution des pertes, ou MDP), on peut aborder quelques attentes au chapitre de la surveillance et points dignes de mention pour mieux faire correspondre les distributions dans le cadre des processus de MFS et de MDP. Bon nombre de modèles observés qui portent sur les MFS n'appliquent pas l'inférence statistique aux données de scénario brutes; très souvent, les courbes sont prédéterminées et les données sur les scénarios ne sont utilisées que pour évaluer les paramètres de ces distributions²³⁵. En vertu d'un tel processus, les données sur les scénarios risquent d'être déformées par un choix inconvenant de distribution. Une banque doit donc s'assurer que les distributions des pertes choisies pour modéliser les estimations d'analyse de scénarios tiennent dûment compte de son profil de risque²³⁶. »

Dans le cadre de la discussion sur le recours à l'analyse de scénarios pour calculer le capital relatif au risque opérationnel, Dutta et Babbal abordent les défis suivants qui se sont posés au fil des années :

- l'incapacité d'utiliser des données sur les scénarios comme intrant direct dans les modèles internes qui calculent le capital relatif au risque opérationnel fondé sur les données internes;
- la difficulté d'exprimer des scénarios en formes quantitatives et à jumeler l'information issue des analyses de scénarios et les données internes sur les pertes, ce qui débouche souvent sur des indices de capital à la fois élevés et non réalistes;
- la difficulté d'interpréter correctement les données externes sur les pertes et de les intégrer à l'analyse de scénarios;

²³⁵ En effet, plusieurs banques utilisent la même courbe pour modéliser la sévérité des données de scénario dans toutes les CRO, quelle que soit sa ligne de métier (ses activités), sa taille et sa complexité. La sélection d'une seule courbe pour toutes les CRO sous-entend que le seul facteur admissible de variation de l'exposition au risque opérationnel relève des estimations des paramètres de scénario que l'on retrouve dans la distribution choisie.

Source : Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 8. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

²³⁶ Ce faisant, les banques doivent également tenir compte des différences éventuelles d'une MDP au plan du niveau de granularité et de dépendance dans l'ensemble des CRO. Source : Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, p. 8. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

- le scepticisme au sujet de la qualité et de la crédibilité des données sur les scénarios²³⁷.

En outre, Corrigan et Luraschi dégagent ci-après les défis que posent l'analyse de scénarios, et ses limites :

- biais de la sélection des scénarios : il est difficile de savoir où tracer la ligne lorsque l'on tente de déterminer le nombre et les types de scénarios à inclure dans l'évaluation;
- marge de complexité : les humains ont généralement beaucoup de difficulté à résoudre la complexité des interactions qui caractérisent les scénarios complexes; ils pourraient donc rater les sources de pertes opérationnelles, notamment celles qui découlent de boucles de rétroaction négative;
- difficulté d'agrégation : l'évaluation des interdépendances entre les scénarios peut poser de nombreux défis, car ces liens sont généralement structurés individuellement;
- absence de marge d'incertitude : le recours à des estimations ponctuelles surestime le niveau d'incertitude lié aux scénarios²³⁸.

Rosengren traite des défis du point de vue de la réglementation dans le cadre des modèles fondés sur des scénarios utilisés par les banques. Il soulève les questions suivantes :

- Le niveau de capital convient-il aux banques dont l'exposition au risque est semblable?
- Dans quelle mesure la relation entre les résultats internes de l'organisation au chapitre des pertes et l'estimation de l'exposition au risque opérationnel est-elle uniforme?
- Le processus permet-il de déterminer le niveau et l'évolution du risque opérationnel?
- Le processus peut-il être expliqué aux investisseurs, au conseil d'administration, à la haute direction et aux cadres hiérarchiques de l'entreprise?²³⁹

Dans un exposé effectué en février 2012 et intitulé « Swiss Solvency Test – Where to from now », Hansjörg Furrer, directeur de la gestion quantitative du risque, secteur de l'assurance auprès de l'Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (FINMA), a abordé la question de la résistance croissante à l'égard du concept des scénarios²⁴⁰. Dans les diapositives qui accompagnent l'exposé, l'auteur fait remarquer que les scénarios relatifs au test de solvabilité suisse (SST) ont été introduits aux débuts du SST (avant la crise financière) pour combler les lacunes des modèles analytiques et qu'ils n'ont pas été mis en doute à l'époque. On mentionne ensuite dans les diapositives qu'après les crises financières, le concept des scénarios a été critiqué en raison des prétendues erreurs de spécification, du double comptage, des périodes de rendement arbitraires et de la situation financière défavorable par rapport aux sociétés d'assurances de l'UE²⁴¹.

²³⁷ Dutta K.K., et D.F. Babel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, 5 juillet 2012, p. 2. <http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

²³⁸ Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 19. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

²³⁹ Eric Rosengren, vice-président à la direction de la Federal Reserve Bank of Boston. Exposé intitulé *Scenario Analysis and the AMA*, 19 juillet 2006, p. 26. http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/data/fsc0608be9.pdf.

²⁴⁰ Une introduction générale du test de solvabilité suisse est présentée à la section suivante du présent document.

²⁴¹ H. Furrer. « Swiss Solvency Test – Where to from now? », exposés de FINMA, 28 février 2012, p. 11. http://www.ccfz.ch/files/prmia_furrer_hansjoerg_28_february_public.pdf.

Pratiques en vigueur sur le marché pour les sociétés d'assurances

Grâce à l'implantation du dispositif de l'ORSA au Canada, nous assistons à l'évolution rapide de la quantification du risque opérationnel. La plupart des sociétés d'assurances ont indiqué qu'elles ont l'intention d'appliquer la méthode énoncée dans la version à l'étude du Test du capital minimal 2015²⁴² aux premières étapes de rapport dans le cadre du dispositif de l'ORSA. Selon les prévisions, les sociétés d'assurances canadiennes tenteront également de démontrer que leur profil de risque opérationnel et leurs programmes de gestion des risques sont semblables à ceux de l'industrie. Bon nombre d'assureurs ont mentionné que l'élaboration d'une méthode plus complexe de quantification du risque opérationnel constitue un élément de leurs plans à moyen terme.

Plusieurs sociétés d'assurances canadiennes en sont encore aux toutes premières étapes de l'élaboration en matière de méthodes complexes de modélisation du risque opérationnel et du capital économique en général. Par conséquent, le reste de la présente section porte sur les pratiques en vigueur sur le marché du point de vue international, d'après les résultats des sondages mondiaux effectués par KPMG en 2012 et 2013 auprès des assureurs au sujet de la modélisation du capital économique. Les résultats de ces sondages sont complétés par les constatations issues de missions de KPMG auprès de clients internationaux dans le domaine de la modélisation du risque opérationnel. Les répondants aux sondages de 2012 et 2013 englobaient des assureurs-vie et des assureurs généraux de l'Asie, de l'Amérique du Nord, de l'Afrique du Sud et de l'Europe. Au total, 35 répondants ont pris part au sondage de 2013 sur les méthodes de modélisation du risque opérationnel. Dans le sondage de 2012, les questions portant sur le risque opérationnel ne s'adressaient qu'aux sociétés d'assurances qui utilisaient des modèles internes complets ou partiels. Dans le sondage de 2013, les questions relatives au risque opérationnel s'adressaient à toutes les sociétés d'assurances, notamment celles qui employaient des méthodes factorielles. Par conséquent, les résultats du sondage de 2012 ne sont pas toujours comparables à ceux du sondage de 2013.

L'écart des réponses quant aux méthodes et techniques utilisées pour modéliser le risque opérationnel est révélateur des problèmes auxquels ont été confrontées les sociétés d'assurances lors de l'élaboration d'un modèle efficace de calcul du capital de risque opérationnel. Cette variété de réponses tient également compte des divers stades atteints par les sociétés d'assurances dans leur projet d'élaboration de modèles, tout particulièrement dans les facettes suivantes : l'élaboration du cadre de risque opérationnel, la sélection des distributions de fréquence et de sévérité, la collecte des données internes sur les pertes, et(ou) la négociation d'accords de données externes sur les pertes avec des fournisseurs, tels l'ORIC. Les résultats du sondage révèlent que la modélisation stochastique assortie d'un jugement expert est utilisée par la majorité des sociétés d'assurances actives au Royaume-Uni et dans d'autres pays d'Europe aux fins de la modélisation du risque opérationnel. Les sociétés d'assurances européennes semblent devancer celles d'autres régions au chapitre de l'élaboration de méthodes de modélisation du capital fondé sur le risque opérationnel. Les sociétés d'assurances actives dans d'autres parties du monde ont tendance à recourir plus fréquemment à des méthodes factorielles.

La discussion qui suit au sujet des pratiques en vigueur sur le marché repose principalement sur les résultats du sondage de 2013 et elle est accompagnée de quelques comparaisons (le cas échéant) des constatations issues du sondage de 2012.

²⁴² BSIF. *Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales*, section 7.1, version modifiée le 25 septembre 2014, page consultée le 22 octobre 2014.
<http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/pages/mct2015.aspx#Toc-7.1>.

Quel est le juste niveau de capital requis pour le risque opérationnel?

Certains paramètres influencent le niveau de capital qu'une société d'assurances pourrait conserver au titre du risque opérationnel, et quelques-uns d'entre eux sont très subtils. Il est essentiel de bien comprendre les leviers dont dispose la direction dans le cadre de modélisation pour rajuster le capital. Ce n'est pas une mince affaire de maintenir la qualité du calcul du capital et la valeur ajoutée aux activités d'affaires en faisant participer les responsables du risque au processus tout en calculant le montant de capital acceptable pour le conseil d'administration d'une société d'assurances, et pour son organisme de réglementation.

La plupart des sociétés d'assurances qui ont participé au sondage détiennent un capital de risque opérationnel qui représente entre 5 % et 15 % de leur capital économique total, même si l'on note d'importantes valeurs aberrantes aux deux extrémités de la fourchette. Certaines sociétés détiennent moins de 5 %, contre près de 20 % pour d'autres. Les résultats du sondage de 2013 révèlent qu'en moyenne, le capital de risque opérationnel intervient pour environ 10 % du capital économique total des sociétés d'assurances.

La haute direction et, en bout de ligne, le conseil d'administration sont susceptibles de prévoir un capital de risque opérationnel de cette envergure. Ainsi, les modèles qui produisent un niveau de capital pour risque opérationnel plus élevé pourraient soulever des craintes au sujet de la qualité des procédures mises en place pour gérer les risques ou de la qualité du processus de modélisation. Pour tenir compte des préoccupations issues des résultats des modèles, il conviendrait d'effectuer des rajustements pour abaisser les niveaux de capital. Ces rajustements pourraient englober le plafonnement des distributions de fréquence ou de sévérité pour garantir que les niveaux de capital pour risque opérationnel demeurent à l'intérieur d'une fourchette raisonnable ou la mise de côté des données pertinentes sur les pertes, décision qui pourrait être contestée par les organismes de réglementation et/ou se traduire par d'importantes majorations du capital.

Quelles approches sont utilisées pour modéliser les événements de pertes imputables au risque opérationnel?

De nombreux organismes de réglementation, dont la Prudential Regulation Authority (PRA) du Royaume-Uni, ont établi des formules standard pour calculer le capital total requis. Le capital pour risque opérationnel dans le cadre de ces formules standard est calculé à l'aide d'une approche factorielle fondée sur des données telles les primes acquises, les provisions techniques, le capital de solvabilité de base requis, et les dépenses engagées. Les sociétés d'assurances peuvent utiliser la formule standard applicable dans leur pays ou élaborer leur propre modèle interne complet ou partiel.

Dans le sondage de 2013, KPMG a demandé aux participants de préciser l'approche qu'ils préconisent pour modéliser le risque opérationnel rattaché à l'évaluation de leur propre capital. La plupart des répondants ont indiqué qu'ils appliquent un jugement d'expert pour établir leurs simulations d'un événement aux 200 ans aux fins du risque opérationnel. Dans les faits, la plupart des sociétés ont recours à des ateliers pour déterminer la fréquence et la sévérité des événements de pertes imputables au risque opérationnel, que ce soit en calculant le capital requis directement à l'atelier ou en utilisant les estimations de la fréquence et de la sévérité déterminées dans le cadre de ces ateliers afin de fixer une distribution des pertes.

Parmi les 35 répondants, 12 ont indiqué qu'ils utilisent une approche stochastique reposant sur le jugement d'expert, sept ont déclaré qu'ils ont recours à une approche déterministe, et cinq ont précisé qu'ils préconisent une approche factorielle semblable à celle utilisée en vertu de la formule standard de la PRA. À une exception près, tous les participants qui utilisent la modélisation stochastique sont de grandes sociétés

d'assurances, ce qui indique peut-être que les assureurs qui ont investi dans cette approche ont élaboré des modèles internes en prévision de Solvabilité II. Comme nous l'avons déjà indiqué, l'approche du modèle stochastique est conforme à la pratique en vigueur sur le marché pour l'AMA du secteur bancaire.

La plupart des répondants qui ont recours à la formule standard pour déterminer le risque opérationnel rattaché à l'évaluation de leur propre capital sont des sociétés d'assurances de petite ou de moyenne taille. En février 2014, un seul répondant qui a déclaré un passif d'assurances de plus de 10 G£ applique la formule standard pour déterminer le capital pour risque opérationnel comme un ajout à son modèle interne, ce qui le classe dans les valeurs aberrantes à cet égard.

Aucune société répondante appliquant la formule standard de Solvabilité II ne recourt à une approche de modélisation stochastique des données sur les pertes pour l'évaluation de son propre capital pour risque opérationnel. Ces sociétés se partagent de façon égale le recours à d'autres méthodes. Pour les répondants utilisant le modèle interne complet et partiel, l'approche de modélisation stochastique avec le jugement d'expert constitue la méthode la plus populaire pour calculer le capital propre pour risque opérationnel.

Selon les réactions au sondage de 2013, le calcul du capital aux fins du risque opérationnel en vertu de Solvabilité II demeure préoccupant, plus particulièrement pour les sociétés d'assurances qui continuent de s'en remettre à la formule standard pour calculer leur capital pour risque opérationnel. Cette approche comporte des limites bien documentées; entre autres, elle n'est pas sensible aux risques, elle est simpliste, elle favorise les faibles tarifs et réserves, et elle ne récompense pas les assureurs qui mettent en place des cadres de gouvernance et de contrôle rigoureux. En outre, le capital pour risque opérationnel n'est généralement pas conforme au capital issu de l'évaluation du capital propre de la société.

Quelles techniques sont utilisées pour modéliser les événements de pertes imputables au risque opérationnel?

Contrairement au sondage de 2012, qui adressait cette question uniquement aux participants utilisant le modèle interne complet ou partiel, la question posée dans le sondage de 2013 visait tous les participants (y compris ceux qui préconisaient une approche factorielle). Par conséquent, KPMG a observé ce qui suit :

- L'approche factorielle (c.-à-d. la formule standard) utilisée (aucun participant appliquant l'approche du modèle interne n'a sélectionné cette option dans le sondage de 2012);
- Certains répondants ont choisi l'option « Autre ».

Les « Autres » techniques utilisées pour modéliser les événements de pertes imputables au risque opérationnel comprennent le réseau de croyance bayésien (deux répondants ont déclaré qu'ils utilisaient cette approche) et le jugement d'expert.

Pour comparer les résultats des deux sondages, KPMG a partagé les réponses entre les différents types d'approche utilisés pour évaluer le risque opérationnel dans le cadre de Solvabilité II et il a analysé la différence entre l'approche d'évaluation du capital propre de la société d'assurances (sondage de 2013) et l'approche du modèle interne (sondage de 2012) à l'égard des répondants qui choisissent une approche de modèle interne complet ou partiel. KPMG a observé que la plupart des sociétés d'assurances ont déjà harmonisé leurs approches d'évaluation de leur propre capital et l'approche de Solvabilité II, ou s'appêtent à le faire.

L'examen des résultats des sondages a également révélé que dans des proportions semblables, les répondants ont avoué utiliser le tableau de bord et les approches déterministes dans le cadre des deux

sondages. L'approche du tableau de bord représente une technique d'autoévaluation fondée sur l'expérience et sur l'opinion d'un certain nombre d'experts internes; pour évaluer le capital économique, ces experts évaluent la fréquence et la sévérité des événements de pertes imputables au risque opérationnel, compte tenu de la qualité des contrôles en place. En vertu d'une approche déterministe en matière de risque opérationnel, les sociétés d'assurances doivent conserver des montants de capital pour le risque opérationnel, en tenant compte d'une série de scénarios défavorables comportant des probabilités attribuées.

Une comparaison des résultats des sondages a également révélé une augmentation de la proportion de sociétés d'assurances qui évaluent le capital pour risque opérationnel d'après une approche fondée sur un modèle stochastique qui englobe la simulation des distributions de fréquence et de sévérité reposant sur le jugement d'expert. Au cours de la même période, la proportion de sociétés d'assurances qui s'en remettent à une approche de modélisation stochastique fondée sur des données historiques sur les pertes a sensiblement diminué. Ce changement est principalement attribuable aux différences entre les divers participants aux sondages; toutefois, KPMG a constaté que certains assureurs ont également modifié leur approche depuis le sondage de 2012.

Pour les sociétés d'assurances de grande envergure, un modèle stochastique fondé sur le jugement d'expert afin d'établir des hypothèses (habituellement dans le cadre d'ateliers sur les scénarios) représente généralement la méthode privilégiée. Une telle méthode permet aux assureurs de mener une analyse approfondie de l'exposition au risque opérationnel entre des unités organisationnelles et pour divers types de risque et ainsi, de faciliter des comparaisons significatives des profils de risque opérationnel dans l'ensemble de l'entreprise. Si les sociétés d'assurances recourent à cette approche, il est toutefois important qu'elles fassent preuve de grande prudence pour éviter d'introduire une fausse complexité qui pourrait nuire à la transparence, à la compréhension de la direction et à la communication des résultats.

La plupart des sociétés d'assurances reconnaissent depuis un certain nombre d'années que la mesure des risques opérationnels doit être sensiblement améliorée. L'incertitude constante qui caractérise la mise en œuvre de Solvabilité II, jumelée à l'insuffisance des consignes des organismes de réglementation dans le domaine du risque opérationnel, signifie que le risque opérationnel demeure un défi pour les assureurs.

De nouvelles pratiques exemplaires préconisent une approche stochastique assortie d'un jugement d'expert pour établir des estimations de la fréquence et de la sévérité dans les ateliers sur les scénarios pour les risques modélisés, les données internes et externes étant utilisées pour alimenter les ateliers. Cette démarche offre l'avantage de saisir les pertes historiques et d'intégrer un volet prospectif, ce qui est essentiel pour la prise en compte efficace des pertes éventuelles imputables au risque opérationnel, compte tenu de la rareté des données sur les événements aux queues de la distribution.

Quelles sont les pratiques en vigueur dans l'industrie pour les ateliers sur les scénarios et l'analyse de scénarios?

Les sociétés d'assurances qui ont recours à des ateliers sur les scénarios pour établir des hypothèses les organisent habituellement une fois l'an. Toutefois, tout changement important apporté au profil de risque déclencherait la révision des hypothèses dans le cadre du processus de révision annuel classique.

Pour déterminer les CRO qui doivent être modélisées, les sociétés d'assurances intègrent de façon générale une gamme de sources de données, notamment :

- des taxonomies de risques opérationnels;

- des données internes sur les pertes;
- des données externes sur les pertes (ORIC, Aon OpBase, Fitch First, et(ou) des ensembles de données exclusifs);
- des évaluations des risques et des contrôles;
- des PIR;
- les scénarios du dernier exercice.

La sélection des scénarios est un processus itératif, et les scénarios précis qui sont modélisés peuvent changer d'année en année et varier sensiblement d'une société d'assurances à une autre. Le nombre de scénarios modélisés fluctue également; par exemple, de 28 à 72 scénarios pour les assureurs examinés par KPMG²⁴³.

Les saines pratiques en vigueur consistent à documenter et à justifier tous les points de données fournis dans le cadre des ateliers sur les scénarios. Il convient également d'utiliser des outils de visualisation pour aider les participants aux ateliers à mieux comprendre la sensibilité des scénarios découlant de la distribution choisie et des points de données sélectionnés d'après une évaluation de la sévérité d'un événement en 200 ans. La plupart des assureurs ajoutent à leurs documents de modélisation des preuves d'approbation par la première ligne de défense (les responsables de la gestion des risques dans les entreprises), et de remise en question et de révision des ateliers sur les scénarios par la deuxième ligne de défense (les fonctions de supervision des risques).

Quelles sources de données sur les pertes imputables au risque opérationnel sont les plus fréquemment utilisées?

Même si la plupart des plus grandes sociétés d'assurances disposent maintenant de bases de données sur les pertes imputables au risque opérationnel, elles ont en général moins de cinq ans. Par conséquent, il n'est généralement pas possible d'utiliser les données internes sur les événements relatifs aux pertes imputables au risque opérationnel pour ajuster les distributions de façon empirique avec un quelque niveau de confiance, plus particulièrement aux queues de distributions.

Les sociétés d'assurances peuvent s'en remettre à un certain nombre de sources de données externes sur les pertes imputables au risque opérationnel. La plus répandue, qui recueille des renseignements sur les pertes imputables au risque opérationnel exclusivement pour l'industrie des assurances, est celle mise sur pied par l'ORIC, qui compte 32 membres. Cette base de données comprend des renseignements de la plupart des principaux assureurs du Royaume-Uni et elle englobe plus de 5 000 événements de risque opérationnel. L'ORIC a récemment intégré à sa base de données consortiale sur les pertes de ses membres un ensemble de données publiques sur les pertes, majorant du fait même la quantité dans ses données d'événements aux queues de distribution.

L'OpBase d'AON constitue une autre option de base de données pour les sociétés d'assurances. Elle renferme 19 500 pertes imputables au risque opérationnel, dont plus de 4 000 propres au secteur des assurances. Autrefois, cette base de données était largement utilisée par le secteur des services bancaires,

²⁴³ Ces observations reposent sur les commentaires des participants aux sondages, et des clients de KPMG.

mais, maintenant, AON fait activement la promotion de cette base de données au secteur des assurances; et deux grandes sociétés d'assurances se sont récemment abonnées à ce produit.

Une autre source de données externes est la FIRST Database de Fitch, un outil de recherche qui contient 6 500 études de cas réels d'analyse d'événements externes liés au risque opérationnel. Cette base de données autonome représente également une composante intégrée d'Algo OpVantage, une solution de gestion du risque opérationnel pour une entreprise complète.

Même si ces ensembles de données externes sont disponibles, aucun des répondants aux sondages de KPMG n'a mentionné s'en remettre exclusivement aux données externes; certaines sociétés indiquant qu'elles utilisent une combinaison de données internes et externes. Ces réponses sont conformes aux observations de KPMG au cours des dernières années et elles tiennent compte des problèmes pratiques que pose l'échelonnement des ensembles de données externes aux fins de l'évaluation du capital relatif au risque opérationnel d'un assureur précis.

Dans le sondage de 2013, 41 % des répondants ont déclaré qu'ils utilisaient des données internes sur les pertes imputables au risque, de même que des scénarios. En prévision de Solvabilité II, on s'attend que les sociétés d'assurances recueillent davantage de données à l'interne. Dans le cadre du sondage de 2013, 35 % des répondants ont déclaré qu'ils utilisent une combinaison de données internes et externes, en plus du jugement d'expert, et 24 % ont affirmé qu'ils ne recourent pas à des sources internes ou externes, mais plutôt qu'ils modélisent les risques à l'intérieur de scénarios plausibles de pertes imputables au risque opérationnel.

Dans quelle mesure la formule standard se compare-t-elle à l'évaluation du capital individuel?

Dans le sondage de 2012, les questions sur le capital relatif au risque reposaient sur l'exigence de capital selon la formule standard; et dans le sondage de 2013, les participants devaient répondre d'après les méthodes utilisées pour le calcul de leur capital individuel à la fin de 2012.

Le risque opérationnel est toujours intervenu pour un montant appréciable du capital requis d'une société d'assurances; par ailleurs, pour le sondage de 2013, les répondants ont indiqué que le risque opérationnel a compté pour 8 % du capital diversifié au préalable et pour 10 % du capital diversifié postérieurement. Puisque l'approche factorielle (c.-à-d. la formule standard) utilisée pour calculer le risque opérationnel est une étape vers l'approche standardisée, KPMG a demandé aux participants d'indiquer dans quelle mesure le capital relatif au risque opérationnel calculé à l'aide de la formule standard se compare au capital relatif au risque opérationnel dans l'évaluation du propre capital.

La comparaison des réponses d'une année sur l'autre révèle qu'un pourcentage plus élevé de répondants (69 %) a indiqué que le capital de risque opérationnel serait moins élevé si l'on utilisait la formule standard que l'évaluation du propre capital. Il est intéressant de noter que la proportion de répondants qui ont confirmé que le capital de risque opérationnel calculé à l'aide de la formule standard serait plus élevé qu'en vertu de l'évaluation du propre capital a également augmenté (passant de 18 % à 29 %). La question posée dans le sondage ne précisait pas si les sociétés d'assurances devaient fournir une comparaison du capital diversifié au préalable ou du capital diversifié postérieurement.

Pratique en vigueur pour la modélisation stochastique

Bien que le recours à l'approche stochastique soit courant, des différences ont été observées à certains égards :

- le nombre de scénarios modélisés;
- le choix des distributions de fréquence et de sévérité;
- la paramétrisation des distributions de fréquence et de sévérité;
- la méthode d'agrégation;
- la qualité de la documentation.

Le choix de la loi de Poisson pour la distribution de fréquence et de la loi lognormale pour la distribution de la sévérité est monnaie courante, même si d'autres lois sont en usage partout dans l'industrie. La loi binomiale négative et la loi de Bernoulli sont toutes deux utilisées pour la distribution de la fréquence. La loi gamma, la distribution normale et la loi généralisée de Pareto sont toutes appliquées à la distribution de sévérité. Certains plafonds sont appliqués pour la sévérité, dans la mesure où ils sont dûment justifiés.

Les sociétés d'assurances supposent habituellement une faible corrélation (p. ex. 20 % ou même 0 %) entre la plupart des risques et une plus forte corrélation entre les risques qui présentent un lien logique de cause à effet. Certaines sociétés ont recours à une plus vaste gamme de corrélations comportant jusqu'à quatre catégories (zéro, faible, moyenne, forte).

Le nombre de simulations effectuées par les sociétés d'assurances varie considérablement : entre un seuil de 10 000 simulations pour certains assureurs jusqu'à un million de simulations, la valeur médiane se situant à 100 000.

La plupart des sociétés d'assurances modélisent un résultat de sévérité distinct pour chaque événement de risque; de façon générale, les assureurs paramétrisent la sévérité en utilisant deux points de données, un événement moyen et un événement grave (habituellement un événement en 20 ans ou un événement en 25 ans).

RÉGIMES DE RÉGLEMENTATION

La présente section débute par une description des exigences de réglementation actuelles établies par Bâle II en ce qui concerne le risque opérationnel dans le secteur bancaire. Suit une discussion des principales positions au titre des PBA d'octobre 2013 de l'AICA, qui portent sur le risque opérationnel, puis un résumé des exigences de réglementation actuelles au chapitre de la solvabilité des sociétés d'assurances dans les pays suivants :

- Australie;
- Bermudes;
- Canada;
- Europe et Solvabilité II;
- Afrique du Sud;
- Suisse;
- États-Unis;
- Autres pays.

Chaque section s'amorce par la présentation des principales sources utilisées pour préparer le présent document de recherche. De façon générale, les renseignements ont été recueillis sur le site Web de chacun des organismes de réglementation.

Bâle II

Sources

L'information présentée dans la présente section est en grande partie tirée d'une publication du Comité de Bâle intitulée *Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé - Version compilée* (juin 2006). Ce document, désigné Dispositif révisé de Bâle, représente une version compilée du Dispositif de Bâle II de juin 2004, des éléments de l'*Accord de 1988* qui n'ont pas été révisés au cours du processus de Bâle II, de l'*Amendement à l'Accord sur les fonds propres pour son extension aux risques de marché (1996)*, et du document de 2005 intitulé *Application of Basel II to Trading Activities and the Treatment of Double Default Effects*.

Contexte

Bâle II repose sur trois piliers de surveillance : les exigences minimales de fonds propres, le processus de surveillance prudentielle et la discipline de marché. Les principaux objectifs de Bâle II, établis par le Comité de Bâle dans l'Introduction du Dispositif révisé de Bâle, comprennent la mise en œuvre d'un dispositif permettant :

- de renforcer la solidité et la stabilité du système bancaire international;

- de continuer d'assurer un degré suffisant d'harmonisation afin d'éviter que les règles relatives à l'adéquation des fonds propres deviennent un facteur sensible d'inégalité concurrentielle entre banques internationales;
- de définir des exigences de fonds propres beaucoup plus sensibles au risque;
- de favoriser l'adoption de pratiques de gestion des risques plus rigoureuses par le secteur bancaire;
- de recourir, dans une bien plus grande mesure, aux évaluations du risque établies par les systèmes internes des banques à titre d'éléments du calcul des exigences de fonds propres;
- de préserver les avantages d'un dispositif qui peut être appliqué aussi uniformément que possible au niveau national²⁴⁴.

Le Comité de Bâle a souligné que Bâle II a été élaboré pour établir des normes minimales de fonds propres; les organismes nationaux chargés de la réglementation ont toute la latitude voulue pour adopter des normes qui engendreraient un relèvement des seuils de fonds propres. Il a également insisté sur l'importance des deuxième et troisième piliers (nommément le processus de surveillance prudentielle et la discipline du marché) sur lesquels repose Bâle II.

Les exigences minimales de fonds propres du pilier 1 sont calculées séparément pour le risque de crédit, le risque de marché et le risque opérationnel. Bâle II « offre une série d'options pour déterminer les besoins en fonds propres en regard du risque de crédit et du risque opérationnel; les banques et les superviseurs pourront opter pour l'approche la plus adaptée à l'activité des établissements et à l'infrastructure des marchés financiers sur lesquels ils opèrent²⁴⁵. » Le détail des calculs est énoncé dans le Dispositif révisé de Bâle, et d'autres directives du Comité de Bâle.

Calcul du capital pour risque opérationnel

Bâle II permet le recours à trois méthodes différentes de calcul du capital pour risque opérationnel, c.-à-d. :

- l'approche indicateur de base (AIB);
- l'approche standard (AS);
- l'approche de mesures avancées (AMA).

Ces méthodes sont perçues comme une suite de complexité croissante et de sensibilité au risque. L'AIB et l'AS définissent essentiellement le risque opérationnel en pourcentage du revenu brut d'une banque. On s'attend à ce qu'une banque très exposée aux pertes imputables au risque opérationnel ait recours à l'approche AMA plutôt qu'à l'AIB ou à l'AS; toutefois, une banque peut être autorisée à utiliser l'AIB ou l'AS pour certains volets de ses activités et l'AMA pour d'autres éléments.

²⁴⁴ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 4.
<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

²⁴⁵ Ibid., par. 7.

Approche indicateur de base (AIB)

En vertu de l'AIB, les fonds propres pour risque opérationnel qu'une banque doit conserver représentent la moyenne d'un pourcentage fixe (en la forme alpha, α) de son revenu annuel brut positif des trois dernières années. Aux fins du calcul de la moyenne, les montants du revenu brut au cours d'une année qui sont négatifs ou égaux à zéro sont exclus du numérateur et du dénominateur. Les exigences de fonds propres pour le risque opérationnel sont exprimées ainsi :

$$K_{IB} = [\sum(PB_{1...n} \times \alpha)] / n$$

où :

K_{IB} = exigence de fonds propres selon l'approche indicateur de base

PB = produit annuel brut, s'il est positif, sur les trois années écoulées

N = nombre d'années, sur les trois écoulées, pour lesquelles le produit annuel est positif

α = 15 %, coefficient fixé par le Comité, représentant la proportion entre le niveau de fonds propres de l'ensemble du secteur bancaire et l'indicateur correspondant²⁴⁶.

Approche standard (AS)

Aux termes de l'AS, les activités d'une banque sont partagées en huit lignes de métier (secteurs d'activité) :

- Financement d'entreprise;
- Activités de marché;
- Banque de détail;
- Banque commerciale;
- Paiements et règlements;
- Fonctions d'agent (services d'agence);
- Gestion d'actifs;
- Courtage de détail.

À l'instar de l'AIB, le produit brut sert d'indicateur global du volume d'activité et, partant, du degré d'exposition au risque opérationnel. Toutefois, contrairement à l'AIB, les calculs de l'AS sont exécutés au niveau de la ligne de métier (du secteur d'activité) plutôt qu'à l'échelle globale pour toutes les activités de la banque. Aux termes de l'AS, les exigences de fonds propres pour risque opérationnel sont exprimées ainsi :

$$K_{TSA} = \{\sum_{\text{années 1-3}} \max[\sum(PB_{1-8} \times \beta_{1-8}), 0]\} / 3$$

où :

K_{TSA} = exigence de fonds propres selon l'approche standard

²⁴⁶ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version intégrale », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 649. <https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

PB_{1-8} = produit annuel brut pour une année donnée, tel que défini dans l'approche indicateur de base, pour chacune des huit lignes

β_{1-8} = pourcentage fixe, déterminé par le Comité [de Bâle], représentant la relation entre le niveau de fonds propres requis et le produit brut de chacune des huit lignes de métier²⁴⁷.

Les valeurs de β oscillent entre un seuil de 12 % et un plafond de 18 % en fonction de la ligne de métier (du secteur d'activité).

Approche de mesures avancées (AMA)

Avant d'être utilisée, l'AMA doit être approuvée au plan de la surveillance. En vertu de cette approche, une banque calcule les fonds propres pour risque opérationnel selon son système interne de mesure du risque opérationnel. Il est nécessaire de disposer d'un tel système pour se conformer aux critères, tant qualitatifs que quantitatifs, établis par le Comité de Bâle dans le cadre du Dispositif de Bâle révisé. Les critères qualitatifs sont énoncés au paragraphe 666, tandis que les critères quantitatifs sont présentés aux paragraphes 667 à 679.

*Critères qualitatifs*²⁴⁸

Pour être autorisée à utiliser l'AMA, la banque doit satisfaire aux critères qualitatifs suivants :

- Elle doit disposer d'une fonction gestion du risque opérationnel indépendante, responsable de la conception et de la mise en œuvre du dispositif de gestion du risque opérationnel de l'établissement.
- Le système interne de mesure du risque opérationnel doit être étroitement intégré à la gestion quotidienne des risques de l'établissement.
- L'exposition au risque opérationnel et les pertes subies doivent faire l'objet de rapports réguliers à la direction de l'unité concernée, à la direction générale et au conseil d'administration.
- Le système de gestion du risque opérationnel de la banque doit être bien documenté.
- Les auditeurs internes et/ou externes doivent examiner périodiquement les processus de gestion et les systèmes de mesure du risque opérationnel.
- La validation du système de mesure du risque opérationnel par les auditeurs externes et/ou les autorités de contrôle doit comporter les éléments suivants :
 - vérification du bon fonctionnement des processus de validation interne;
 - vérification de la transparence et de l'accessibilité des flux de données et des processus liés au système de mesure des risques.

²⁴⁷ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version intégrale », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 654.
<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

²⁴⁸ Ibid., par. 666.

Critères quantitatifs

Les « critères de fiabilité AMA » indiquent ce qui suit :

Étant donné l'évolution constante des méthodologies d'analyse du risque opérationnel, le Comité ne précise ni l'approche ni les hypothèses quant aux distributions de probabilités utilisées pour modéliser la mesure du risque opérationnel aux fins du calcul des fonds propres réglementaires. Une banque doit cependant être à même de démontrer que son approche prend en compte les événements exceptionnels générateurs de pertes potentiellement sévères. Quelle que soit l'approche retenue, un établissement doit faire la preuve que sa mesure du risque opérationnel répond à un critère de fiabilité comparable à celui de l'approche notation interne pour le risque de crédit (correspondant à une période de détention d'un an et à un intervalle de confiance de 99,9^e centile)²⁴⁹.

Les critères quantitatifs pour l'utilisation d'une AMA comprennent ce qui suit :²⁵⁰

- Le système interne de mesure du risque opérationnel doit couvrir la totalité du risque opérationnel défini par le Comité de Bâle (notamment le risque de perte découlant de processus internes insuffisants ou défectueux, imputables à des personnes et à des systèmes, ou à des événements externes, y compris le risque juridique, sans toutefois tenir compte du risque stratégique et du risque d'atteinte à la réputation) et aux types d'événements de perte qui suivent :
 - fraude interne;
 - fraude externe;
 - pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail;
 - clients, produits et pratiques commerciales;
 - dommages aux actifs corporels;
 - interruptions d'activité et dysfonctionnements des systèmes;
 - exécution, livraison et gestion des processus.
- La banque devra calculer son exigence de fonds propres qui représente la somme des pertes attendues et des pertes inattendues, sauf si elle peut démontrer que son mode de fonctionnement interne couvre adéquatement les pertes attendues.
- La granularité du système de mesure du risque doit être suffisante pour appréhender les principales sources de risque opérationnel affectant la forme de la queue de distribution des estimations de pertes.
- Dans le calcul des exigences de fonds propres réglementaires, les estimations individuelles des divers types de risque opérationnel doivent être additionnées. La banque peut toutefois être autorisée à appliquer des coefficients de corrélation déterminés en interne entre ces estimations individuelles, à condition de démontrer à son autorité de contrôle que ses systèmes de détermination des coefficients de corrélation sont rationnels, mis en œuvre avec intégrité et tiennent compte des incertitudes inhérentes à

²⁴⁹ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé – Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006, par. 667.
<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

²⁵⁰ Ibid., par. 669.

toute estimation de corrélations (notamment en période de tensions). La banque doit valider ses hypothèses de corrélations à l'aide de techniques quantitatives et qualitatives appropriées.

- Le système de mesure du risque opérationnel doit comporter certaines caractéristiques essentielles, y compris l'utilisation des éléments suivants :
 - les données internes;
 - les données externes pertinentes;
 - l'analyse de scénarios;
 - des facteurs reflétant l'environnement opérationnel et les systèmes de contrôle interne.

(Le Comité de Bâle qualifie les quatre points qui précèdent d'« éléments fondamentaux » nécessaires pour utiliser l'AMA.)

- La banque doit disposer de processus crédibles, transparents, bien documentés et vérifiables pour pondérer ces éléments clés dans son système global de mesure du risque opérationnel. Dans tous les cas, l'approche servant à pondérer les quatre éléments fondamentaux doit posséder une cohérence interne et éviter le double comptage des évaluations qualitatives ou des facteurs d'atténuation du risque déjà pris en compte dans d'autres éléments du dispositif.

D'autres détails des exigences associées aux données internes, aux données externes pertinentes, à l'analyse de scénarios et aux facteurs reflétant l'environnement opérationnel et les systèmes de contrôle interne sont énoncés dans le Dispositif de Bâle révisé, de même que dans d'autres publications du Comité de Bâle sur l'AMA.

[Autres publications du Comité de Bâle se rapportant au risque opérationnel](#)

En plus du Dispositif de Bâle révisé, d'autres publications du Comité de Bâle portant sur le risque opérationnel sont utiles. La description de ces documents dans la présente section provient des sommaires et introductions de chacun d'eux.

[Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk et Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches \(AMA\)](#)

Le sous-groupe sur le risque opérationnel du Groupe de mise en œuvre des normes (le Groupe) avait pour mandat, entre autres, de déterminer des solutions aux problèmes pratiques liés à l'élaboration, à la mise en œuvre et à la tenue à jour d'un cadre d'AMA, et de prendre part au projet. En 2008, le Groupe a effectué un exercice de collecte de données sur les pertes (ECDP). Il s'agissait de la première initiative menée à l'échelle internationale dans le but de recueillir de l'information sur les quatre éléments de données du Dispositif de Bâle II traitant du risque opérationnel.

Les documents *Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk et Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)*, qui ont tous deux été diffusés en juillet 2009, présentent les résultats de l'ECDP. Le premier porte plus particulièrement sur :

- les données internes sur les pertes;
- l'analyse de scénarios;

- les fonds propres pour le risque opérationnel.

Le second traite des éléments suivants :

- les facteurs environnement opérationnel et contrôle interne (FEOCI);
- les données externes sur les pertes;
- une série de pratiques des AMA.

Le Comité de Bâle déclare :

[traduction] « Les résultats de l'ECDP et de la série de pratiques offrent une possibilité unique d'évaluer les données et les pratiques sur le risque opérationnel dans toutes les régions et ainsi, de donner suite à l'objectif du Groupe de mise en œuvre des normes, qui consiste à promouvoir une mise en œuvre cohérente de l'Accord de Bâle II. Les constatations permettent également aux banques de comparer leurs dispositifs de gestion du risque opérationnel et ceux d'autres institutions et de préciser les points à améliorer²⁵¹. »

Operational Risk Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches

Cet ouvrage (également préparé par le Groupe de mise en œuvre des normes), qui remonte à juin 2011, renferme les sections suivantes :

- Introduction;
- Gouvernance (vérification et validation; test d'utilisation et expérience);
- Données (définition des pertes brutes; montants de pertes internes brutes et nettes; seuils des données sur les pertes internes; date des pertes internes; pertes groupées);
- Modélisation (granularité; hypothèses de distribution; corrélation et dépendance; utilisation des quatre éléments de données).

Dans l'Introduction de ce document, le Comité de Bâle déclare ce qui suit :

[traduction] « Le risque opérationnel étant une discipline qui évolue, le présent document se veut également évolutif, et au fil des enjeux relevés et des attentes établies au chapitre de la convergence vers une série plus restreinte de pratiques pertinentes, celles-ci seront également ajoutées au document²⁵². »

Principles for the Sound Management of operational Risk

Dans la préface de ce document publié en juin 2011, le Comité de Bâle déclare ce qui suit :

[traduction] « ... le Comité a décidé qu'il conviendrait d'actualiser le document sur les saines pratiques de 2003 pour tenir compte des saines pratiques de gestion du risque opérationnel

²⁵¹ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk », Banque des règlements internationaux, juillet 2009, p. 1. <http://www.bis.org/publ/bcbs160a.pdf>.

²⁵² Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011, par. 2. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

renforcées qu'on observe maintenant dans l'industrie. Ce document – *Principles for the Sound Management of Operational Risk and the Role of Supervision* – tient compte de l'évolution de la saine pratique et explique en détail onze principes aux fins de la saine gestion du risque opérationnel, notamment (1) la gouvernance, (2) le contexte de gestion des risques et (3) le rôle de la divulgation. En publiant un document à jour, le Comité renforce le cadre des saines pratiques de 2003 en y intégrant des principes portant spécifiquement sur la gestion du risque opérationnel qui sont conformes aux pratiques actuelles²⁵³. »

AICA

Source

La présente section du document repose principalement sur les PBA publiés par l'AICA en octobre 2013. Plus particulièrement, cette section est tirée de :

- La Section 16 – Gestion du risque d'entreprise aux fins de solvabilité;
- La Section 17 – Normes de fonds propres.

À l'échelle mondiale, les organismes de réglementation d'assurances s'en sont remis aux PBA de l'AICA pour réviser les exigences de solvabilité et en élaborer de nouvelles.

Description générale

Les principes de base en assurance (PBA) précisent que le risque opérationnel représente nettement l'une des principales catégories de risque à prendre en compte. La section 16.1 s'intitule *Dispositif de gestion du risque d'entreprise – détermination et mesure du risque* (Enterprise risk management framework – risk identification and measurement). Cette section se lit comme suit :

[traduction] « 16.1 L'autorité de contrôle exige que le cadre de gestion du risque d'entreprise de la société d'assurances détermine et quantifie le risque selon une gamme suffisamment vaste de résultats, à l'aide de techniques adaptées à la nature, au niveau et à la complexité des risques assumés par la société d'assurances et qui conviennent aux fins de gestion du risque et du capital et de solvabilité. »

Détermination du risque

[traduction] « 16.1.1 Le cadre de GRE doit permettre de déterminer et d'enrayer tous les risques importants qui sont raisonnablement prévisibles et pertinents, auxquels une société d'assurances est exposée ou est susceptible de le devenir. Ces risques devraient comprendre, à tout le moins, le risque de souscription, le risque de marché, le risque de

²⁵³ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Principles for the Sound Management of Operational Risk », Banque des règlements internationaux, juin 2011, par. 2. <http://www.bis.org/publ/bcbs195.pdf>.

crédit, le risque opérationnel et le risque de liquidité, et il pourrait également englober, par exemple, le risque juridique et le risque d'atteinte à la réputation de l'assureur²⁵⁴. »

L'AICA reconnaît explicitement que les risques ne peuvent pas tous être facilement quantifiés. La section 16 des PBA précise ce qui suit :

[traduction] « 16.1.13 Si un risque ne peut facilement être quantifié, par exemple certains risques opérationnels ou en cas d'atteinte à la réputation d'un assureur, ce dernier devrait effectuer une évaluation qualitative appropriée du risque et suffisamment détaillée pour qu'elle soit utile aux fins de la gestion des risques. L'assureur devrait analyser les contrôles nécessaires pour gérer ces risques et veiller à ce que l'évaluation de ses risques soit fiable et tienne compte d'événements susceptibles d'entraîner des charges d'exploitation élevées ou la faillite de l'entreprise. Cette analyse devrait éclairer le jugement de l'assureur et l'aider à déterminer l'ampleur des risques et à améliorer la gestion globale des risques²⁵⁵. »

Les sections 17.6 et 17.7 sont groupées sous la rubrique « Structure des exigences de capital réglementaire – approches pour déterminer les exigences de capital réglementaire » (Structure of regulatory capital requirements – approaches to determining regulatory capital requirements). La section 17.7 donne un aperçu des attentes de l'AICA et stipule :

[traduction] « 17.7 L'autorité de contrôle examine toutes les catégories de risque pertinentes et importantes des sociétés d'assurances et elle énonce explicitement où se situent les risques, s'ils se trouvent uniquement dans les provisions techniques, seulement dans les exigences de capital réglementaire, ou dans les deux, et la mesure dans laquelle les risques sont pris en compte dans chacun de ces deux éléments. L'autorité de contrôle indique également de façon explicite le mode de prise en compte des risques et de leur agrégation dans les exigences de capital réglementaire²⁵⁶. »

Les sections 17.7.5 et 17.7.6 portent sur le traitement des risques difficiles à quantifier et on y précise :

[traduction] « 17.7.5 L'AICA reconnaît que certains risques, notamment le risque stratégique, le risque d'atteinte à la réputation, le risque de liquidité et le risque opérationnel, sont moins facilement quantifiables que les autres grandes catégories de risques. Le risque opérationnel, par exemple, a une composition diverse et il dépend de la qualité des systèmes et des contrôles en place. La mesure du risque opérationnel en particulier peut souffrir de l'absence de données suffisamment uniformes et robustes, et de méthodes d'évaluation bien établies. Les pays peuvent décider de fonder les exigences de capital réglementaire pour ces risques moins facilement quantifiables sur de simples valeurs approximatives de l'exposition au risque et(ou) des simulations de crise ou des tests de scénario. Pour des risques particuliers, notamment le risque de liquidité, des réserves de capital supplémentaires peuvent ne pas représenter le facteur d'atténuation le plus pertinent et il serait peut-être plus efficace que l'autorité de contrôle exige que la société d'assurances contrôle ces risques en

²⁵⁴ AICA. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », (1^{er} octobre 2011, y compris les modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013), par. 16.1. et 16.1.1, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

²⁵⁵ Ibid., par. 16.1.13.

²⁵⁶ Ibid., par.17.7.

limitant son exposition et(ou) en appliquant des mesures qualitatives tels des systèmes et des contrôles additionnels.

17.7.6 Toutefois, l'AICA estime que la capacité de quantifier certains risques (notamment le risque opérationnel) s'améliorera au fil du temps à mesure que les données disponibles augmenteront ou que de meilleures méthodes d'évaluation et de modélisation seront mises au point. En outre, même s'il peut être difficile de quantifier les risques, il est important que les sociétés d'assurances examinent tous les risques importants dans le cadre de leur propre évaluation des risques et de la solvabilité²⁵⁷. »

Australie

Sources

La présente section repose sur les normes prudentielles et guides de pratique prudentielle diffusés par l'APRA :

- *Prudential Standards GPS 110 Capital Adequacy* (janvier 2013) et *Prudential Standards LPS 110 Capital Adequacy*, (janvier 2013);
- *Prudential Standard GPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge* (janvier 2013) et *Prudential Standard LPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge*, (janvier 2013);
- *Prudential Practice Guide GPG 230 – Operational Risk* (février 2006) et *Prudential Practice Guide LPG 230 – Operational Risk*, (mars 2007).

Contexte

Le document *Prudential Standards GPS 110 Capital Adequacy* porte sur les exigences des sociétés d'assurances générales, et *Prudential Standards LPS 110 Capital Adequacy* énonce les exigences imposées aux sociétés d'assurance-vie. Dans la présente section, ces deux normes sont collectivement désignées *Prudential Standards 110*.

Les principales exigences des *Prudential Standards 110* précisent qu'une société d'assurances doit :

- disposer d'un programme interne d'évaluation de l'adéquation des fonds propres (PIEAFP);
- conserver les niveaux de fonds propres requis;
- calculer le montant de fonds propres prévus par règlement en tenant compte d'une gamme de facteurs de risque qui peuvent affecter de façon défavorable la capacité de la société de remplir ses obligations. Ces facteurs comprennent le risque d'assurances, le risque de concentration d'assurances (uniquement pour les sociétés d'assurances générales), le risque lié à l'actif, le risque de concentration de l'actif et le risque opérationnel;
- se conformer aux exigences d'ajustement de surveillance des fonds propres imposées par l'APRA;

²⁵⁷ Ibid., par. 17.7.5 et 17.7.6.

- veiller à une divulgation publique de certains renseignements au sujet de la position de la société au chapitre de l'adéquation des fonds propres;
- obtenir le consentement de l'APRA concernant certaines réductions prévues des fonds propres;
- informer l'APRA des changements négatifs importants qui affectent sa situation au plan du capital.

Le document *Prudential Standards 110* précise les exigences minimales imposées à un assureur en ce qui concerne le PIEAFP et établit une approche axée sur les risques pour mesurer l'adéquation du capital d'une société d'assurances. Le niveau de capital requis aux fins de la réglementation est désigné « exigence prudentielle de capital » (EPC) et il a pour but de tenir compte de toute la gamme des risques auxquels s'expose une société d'assurances.

Selon le document intitulé *Prudential Standards 110* :

L'EPC d'une institution réglementée correspond :

- a) à un montant de capital prévu par règlement et calculé de l'une des manières suivantes :
 - i. en appliquant la « méthode standard » énoncée dans la norme prudentielle; ou
 - ii. en utilisant un modèle interne élaboré par l'institution réglementée afin de tenir compte de la situation de ses activités – la méthode fondée sur les modèles internes (méthode MI); ou
 - iii. en recourant à une combinaison des deux méthodes mentionnées en (i) ou (ii); plus
- b) au rajustement de surveillance calculé par l'APRA²⁵⁸.

Pour les sociétés d'assurance-vie qui utilisent la méthode standard, le montant de capital prévu par règlement représente la somme des exigences de capital pour le risque d'assurances, le risque lié à l'actif, le risque de concentration de l'actif et le risque opérationnel; une réduction est consentie pour l'avantage d'agrégation et un ajustement est effectué pour un scénario de crise combiné. Pour les sociétés d'assurances générales qui utilisent la méthode standard, le montant de capital prévu par règlement représente la somme des exigences de capital pour le risque d'assurances, le risque de concentration d'assurances, le risque lié à l'actif, le risque de concentration de l'actif et le risque opérationnel; une réduction est consentie pour l'avantage d'agrégation. [traduction] « Les exigences de capital pour le risque de concentration de l'actif et les exigences de capital pour le risque opérationnel ne sont pas comprises dans le calcul de l'avantage d'agrégation²⁵⁹. » Les deux différences au chapitre de la méthode standard appliquée aux sociétés d'assurance-vie et aux sociétés d'assurances générales comprennent : (1) l'absence d'exigence de capital pour le risque de concentration d'assurances pour les sociétés d'assurance-vie; et (2) l'absence d'un ajustement pour un scénario de crise combiné pour les sociétés d'assurances générales²⁶⁰. » Les *Prudential Standards 110* décrivent de façon

²⁵⁸ APRA. « Prudential Standard GPS 110 Capital Adequacy », janvier 2013, par. 22.

<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>,

APRA. « Prudential Standard LPS 110 Capital Adequacy », janvier 2013, par. 24.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

²⁵⁹ APRA. « Prudential Standard GPS 110 Capital Adequacy », janvier 2013, par. 33.

<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>, et

APRA. « Prudential Standard LPS 110 Capital Adequacy », janvier 2013, par. 38.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

²⁶⁰ APRA. « Prudential Standard GPS 110 Capital Adequacy », janvier 2013, par. 24.

<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>, et

générale chacune des exigences de capital pour risque et ils renferment des renvois à d'autres normes prudentielles qui énoncent les exigences détaillées concernant le calcul des exigences de capital pour risque.

Pour les sociétés d'assurances générales, le montant de capital prévu par règlement en vertu de la méthode standard a pour but de permettre à l'assureur qui débute l'année avec une base de capital équivalant au montant du capital prévu par règlement et qui subit des pertes au niveau de confiance de 99,5 % de compter sur des actifs résiduels qui suffiraient au moins à couvrir l'estimation centrale du passif d'assurance et d'autres passifs à la fin de l'année. L'exigence est la même pour les sociétés d'assurance-vie, sauf que l'« estimation centrale du passif d'assurances » est remplacée par le « passif de polices rajusté ». Les autres éléments de passif à prévoir ne comprennent pas les éléments de passif conformes aux critères d'inclusion dans la base de capital.

Risque opérationnel et normes prudentielles de l'APRA

La méthode de calcul des exigences de capital pour risque opérationnel est énoncée dans le document intitulé *Prudential Standard GPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge (Prudential Standard GPS 118)* pour les sociétés d'assurances générales et dans le document intitulé *Prudential Standard LPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge (Prudential Standard LPS 118)* pour les sociétés d'assurance-vie²⁶¹.

Sociétés d'assurances générales

Pour les sociétés d'assurances générales, les charges de capital pour risque opérationnel représentent la somme des charges de capital pour risque opérationnel lié à la réassurance active (ORCI) et pour les activités qui ne relèvent pas de la réassurance active (ORCNI).

L'ORCI représente

$$\text{ORCI} = 2 \% \times \{\text{maximum}(GP_1, NL) + \text{maximum}(0, |GP_1 - GP_0| - 0,2 \times GP_0)\},$$

et l'ORCNI équivaut à

$$\text{ORCNI} = 3 \% \times \{\text{maximum}(GP_1, NL) + \text{maximum}(0, |GP_1 - GP_0| - 0,2 \times GP_0)\}.$$

où

GP_1 est le revenu de primes souscrites²⁶² (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin à la date de déclaration;

APRA. « Prudential Standard LPS 110 Capital Adequacy », janvier 2013, par. 29.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

²⁶¹ Cette section repose sur les normes prudentielles suivantes de l'APRA :

Sociétés d'assurances générales : APRA. « Prudential Standard GPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge », janvier 2013. <http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-118-Capital-Adequacy-Operational-Risk-Charge-January-2013.pdf>, et

Sociétés d'assurance-vie : APRA. « Prudential Standard LPS 118 Capital Adequacy », janvier 2013.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-118-Capital-Adequacy-Operational-Risk-Charge-January-2013.pdf>.

²⁶² Le revenu tiré des primes souscrites comprend les frais pour service d'incendie, d'autres prélèvements imposés par les États et les gouvernements territoriaux, et les revenus se rapportant aux transferts de portefeuilles et opérations non déclarées.

GP_0 est le revenu de primes souscrites (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin 12 mois avant la date de déclaration;

NL représente l'estimation centrale du passif d'assurance (déduction faite de la réassurance) à la date de déclaration;

$|GP_1 - GP_0|$ est la valeur absolue de la différence entre GP_1 et GP_0 .

Pour plus de précisions, consulter le document *Prudential Standard GPS 118*.

Sociétés d'assurance-vie

Pour les sociétés d'assurance-vie, les exigences de capital pour risque opérationnel représentent la somme des charges de capital pour risque opérationnel lié aux activités à risque (ORCR), pour les activités liées aux placements (ORCI) et pour d'autres activités (ORCO).

Les ORCR représentent

$$\text{ORCR} = A \times \{\text{maximum}(GP_1, NL_1) + \text{maximum}(0, |GP_1 - GP_0| - 0,2 \times GP_0)\}$$

où

A équivaut à 2 % pour un fonds prévu par règlement qui est un réassureur spécialisé et à 3 % pour d'autres fonds;

GP_1 est le revenu de primes (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin à la date de déclaration;

NL_1 est le passif des polices rajusté (déduction faite de la réassurance) à la date de déclaration;

GP_0 est le revenu de primes souscrites (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin 12 mois avant la date de déclaration;

$|GP_1 - GP_0|$ est la valeur absolue de la différence entre GP_1 et GP_0 .

L'ORCI et l'ORCO sont calculés ainsi :

$$\text{ORCI ou ORCO} = B \times \{NL_1 + \text{maximum}(0, GP_1 - 20 \% \times GL_0) + \text{maximum}(0, C_1 - 20 \% \times GL_0)\}$$

où

B équivaut à 0,15 % pour un fonds prévu par règlement qui est un réassureur spécialisé et 0,25 % pour d'autres fonds;

NL_1 est le passif des polices rajusté (déduction faite de la réassurance) à la date de déclaration;

GP_1 est le revenu de primes (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin à la date de déclaration;

GL_0 est le passif des polices rajusté (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin 12 mois avant la date de déclaration;

C_1 représente tous les paiements nécessaires pour respecter les obligations envers les titulaires de polices (réassurance incluse) pour la période de 12 mois prenant fin à la date de déclaration.

Pour plus de détails, consulter le document *Prudential Standard LPS 118*.

Le risque opérationnel et les PPG d'APRA

Le document intitulé *Prudential Practice Guide GPG 230 – Operational Risk (GPG 230)* porte sur le risque opérationnel applicable aux sociétés d'assurances générales et le document *Prudential Practice Guide LPG 230 – Operational Risk (LPG 230)* traite du risque opérationnel visant les sociétés d'assurance-vie. Ces guides de pratique prudentielle débutent ainsi :

[traduction] « Le document *Prudential Standard GPS [LPS] 220 Risk Management (GPS [LPS] 220)* énonce les exigences qu'impose l'APRA aux sociétés d'assurances générales [sociétés d'assurance-vie] au titre de la gestion des risques. Ce guide de pratique prudentielle vise à aider les assureurs [sociétés d'assurance-vie] à se conformer aux exigences relatives au risque opérationnel et, de façon plus générale, à énoncer des pratiques prudentes en matière de gestion du risque opérationnel.

Sous réserve des exigences du GPS [LPS] 220, les assureurs [sociétés d'assurance-vie] disposent de la latitude nécessaire pour configurer leur cadre de gestion du risque opérationnel de la façon qui leur convient le mieux pour atteindre leurs objectifs organisationnels.

Les pratiques présentées dans ce guide de pratique prudentielle ne s'appliquent pas toutes à chaque assureur [société d'assurance-vie] et certains volets peuvent varier selon l'envergure, la complexité et le profil de risque de l'assureur [société d'assurance-vie]²⁶³. »

Les guides *GPG 230* et *LPG 230* renferment des exemples de risque opérationnel auxquels sont habituellement confrontées les sociétés d'assurances générales et les sociétés d'assurance-vie; ces types de risque ont déjà été décrits dans une section du présent document de recherche.

Bermudes

Sources

Dans la réglementation des sociétés d'assurances des Bermudes, le risque opérationnel est abordé de la manière suivante par la BMA :

- L'*Insurance Code of Conduct*, qui vise toutes les sociétés d'assurances;
- Les *Insurance (Prudential Standards) Amendment Rules 2013* (collectivement désignées *Prudential Standards - 2013*)
 - (*Class C, Class D and Class E Solvency Requirement*) – BR 100/2013;
 - (*Class 3A Solvency Requirement*) – BR 111/2013;
 - (*Class 4 and 3B Solvency Requirement*) – BR 112/2013;

²⁶³ APRA. « Prudential Practice Guide GPG 230 Operational Risk », février 2006, p. 3. <http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-GPG-230-Operational-Risk.pdf>, et APRA. « Prudential Practice Guide LPG 230 Operational Risk », mars 2007, p. 3. <http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-LPG-230-Operational-Risk.pdf>.

— (*Insurance Group Solvency Requirement*) – BR 114/2013.

- *Guidance Notes, Standards and Application Framework for the Use of Internal Capital Models for Regulatory Capital Purposes – Revised*, septembre 2012 (désignés *Standards for ICM*).

Les *Prudential Standards - 2013* ont modifié les *Prudential Standard Rules of 2011* et sont entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2014.

Ces documents représentent les sources principales, assorties de l'*Insurance Act 1978*, qui ont été consultées pour élaborer la présente section du document de recherche.

Contexte

Les Bermudes se sont dotées d'un système de réglementation à plusieurs licences qui classe les sociétés d'assurances générales en six catégories (1, 2, 3, 3A, 3B et 4) et les sociétés d'assurances à long terme (habituellement les sociétés d'assurance-vie) en cinq catégories (A, B, C, D et E). Une catégorie est réservée pour les sociétés d'assurances spéciales; en outre, le système de classification prévoit l'ajout de sociétés d'assurances mixtes²⁶⁴. Des détails sont fournis dans l'*Insurance Act 1978* des Bermudes et à l'Annexe C du présent document de recherche.

Dans les Bermudes, le capital réglementaire est calculé selon le capital de solvabilité requis pour les Bermudes (CSRB) ou à partir d'un modèle interne approuvé qui, aux fins de la réglementation, exige le calcul du capital à TVaR de 99 %²⁶⁵. La section « Contexte » des *Standards for ICM* renferme le résumé qui suit au sujet de l'activité récente de la BMA en ce qui concerne la formule de capital standard, le recours à un modèle de capital interne (MCI), et l'applicabilité des règles et normes aux diverses catégories de sociétés d'assurances.

[traduction] « Le 31 décembre 2008, l'Autorité a diffusé, en vertu de l'*Insurance Act 1978*, des règles énonçant une formule standard de capital axée sur le risque (les Règles), le Capital de solvabilité requis pour les Bermudes (CSRB), aux fins du calcul de l'exigence de capital accru (ECA). Ces règles, modifiées en 2010 pour ajouter les sociétés d'assurances de catégories 4 et 3B (des règles semblables ont été instaurées pour les sociétés d'assurances de catégories 3A et E en 2011), renferment également une disposition qui permet à une société d'assurances de demander à l'Autorité de l'autoriser à recourir à un MCI en remplacement du CSRB pour calculer son ECA.

Même si les sociétés d'assurances de catégories 4, 3B, 3A et E sont actuellement visées par les Règles, d'autres catégories d'assureurs ne le sont pas. Les Règles seront révisées pour y inclure d'autres catégories, notamment les catégories C et D à long terme, mais on s'attend que le cadre énoncé dans le présent document conservera sa pertinence. Dans le cas des

²⁶⁴ <http://www.bma.bm/insurance/licensing/SitePages/Home.aspx>, page consultée le 10 janvier 2014.

²⁶⁵ BMA. « Insurance (prudential standards) (class C, class D and class E solvency requirement) amendment rules 2013 BR 110/2013 », page 84.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

sociétés d'assurances de catégorie 3A (et de la catégorie C, en temps opportun), les normes énoncées dans le présent document seront appliquées de façon proportionnelle²⁶⁶. »

Les *Prudential Standards - 2013* précisent que les sociétés d'assurances doivent remettre à la BMA un rapport exhaustif composé d'une autoévaluation de la solvabilité se rapportant aux risques importants de la société (y compris le risque opérationnel) et la détermination de la qualité (types de capital) et de la quantité de capital requis pour garantir ces risques en vertu de l'autoévaluation de la solvabilité commerciale de la société d'assurances [ASCSA], tout en demeurant solvable et en respectant les objectifs commerciaux de l'assureur²⁶⁷. Pour plus de précisions au sujet du contenu obligatoire de ces rapports, consulter le tableau 14B des *Prudential Standards - 2013*.

L'Insurance Code of Conduct

En vertu de l'*Insurance Code of Conduct*, les sociétés d'assurances doivent adopter un cadre de saine gestion des risques et de contrôles internes. Le risque opérationnel est spécifiquement cité dans la liste des risques importants qui doivent être pris en compte dans le cadre de gestion des risques d'une société d'assurances.

La section 4.1.5 de l'*Insurance Code of Conduct* s'intitule « Systems and Operations Risk (Operational risk) ». Elle énonce les attentes de la BMA concernant le cadre de gestion des risques et le risque opérationnel. Le cadre de gestion des risques devrait :

- définir le risque pour les systèmes et les activités et fixer des limites de tolérance pour chaque risque important;
- établir un système permettant de repérer l'exposition au risque opérationnel et saisir et suivre les données sur les risques évités de justesse;
- mettre en place un système de contrôles internes efficace des déclarations et des activités afin de gérer et d'atténuer le risque;
- établir des techniques de mesure (notamment des simulations de crise et des tests de scénarios) pour évaluer la vulnérabilité;
- effectuer des révisions fréquentes pour veiller à ce que des stratégies d'atténuation (par exemple, un système de pré-alerte) soient efficacement déployées et que le risque respecte des limites tolérables.

²⁶⁶ BMA. « Standards and application framework for the use of internal capital models for regulatory capital purposes – revised », septembre 2012: par. 12 et 13. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20-%20Standards%20and%20Application%20Framework%20for%20the%20Use%20of%20Internal%20Capital%20Models%20for%20Regulatory%20Capital%20Purposes.pdf>.

Les règles modifiées de 2013, qui sont entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2014, sont décrites aux pages suivantes de la présente section du document de recherche.

²⁶⁷ BMA. « Insurance (prudential standards) (class C, class D and class E solvency requirement) amendment rules 2013 BR 110/2013 », tableau 14B, page 88. [http://www.bma.bm/legislation/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

Prudential Standards – 2013 pour les sociétés d'assurances à long terme et le calcul du capital pour le risque opérationnel

La formule du CSRB est énoncée à l'annexe 1 (paragraphe 4) pour les sociétés d'assurances de catégorie D et de catégorie E, et à l'annexe XIII pour les sociétés d'assurances de catégorie C de *BR 100/2013*. La formule comprend des calculs explicites du capital de risque pour :

- le risque de placement à revenu fixe;
- le risque de placement boursier;
- le risque de crédit;
- le risque de liquidité et de taux d'intérêt à long terme;
- le risque de mortalité d'assurance à long terme;
- le risque d'excédent de perte en assurance à long terme;
- le risque d'avenants en assurance à long terme;
- le risque de morbidité et d'invalidité en assurance à long terme;
- le risque de longévité en assurance à long terme;
- le risque de garantie de rente variable à long terme;
- les autres risques en assurance à long terme;
- le risque opérationnel.

Le calcul du capital pour risque lié à chacun des risques susmentionnés est effectué au moyen des formules énoncées dans *Prudential Standards - 2013*.

Pour le risque opérationnel, la formule de calcul du capital pour risque est la suivante :

$$C_{op} = \rho * ACov$$

où

ρ = montant entre 1 % et 10 % fixé par la BMA conformément au tableau 13, qui dépend lui-même de la somme des notes obtenues aux tableaux 13A à 13F.

ACov = CSRB après montant de covariance ou un montant approuvé par la BMA²⁶⁸.

Les tableaux 13A à 13F de *Prudential Standards – 2013* tiennent compte des caractéristiques suivantes de la société d'assurances :

- Tableau 13A – gouvernance d'entreprise;
- Tableau 13B – fonction de gestion des risques;
- Tableau 13C – processus d'identification des risques;

²⁶⁸ BMA. « Insurance (prudential standards) (class C, class D and class E solvency requirement) amendment rules 2013 BR 110/2013 », paragraphe 13, page 35.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

- Tableau 13D – processus de mesure des risques;
- Tableau 13E – processus de réaction au risque;
- Tableau 13F – processus de surveillance et de déclaration des risques.

2013 Prudential Standards – 2013 pour les sociétés d'assurances générales et le calcul du capital pour risque opérationnel

La formule du CSRB pour les petites et moyennes entités (CSRB-PME) est énoncée à l'annexe 1 (paragraphe 4) de *2013 Prudential Standards BR 111/2013* pour les sociétés d'assurances de catégorie 3A; de même, la formule du CSRB pour les sociétés d'assurances de catégories 4 et 3B est énoncée à l'annexe 1 (paragraphe 4) de *2013 Prudential Standards BR 112/2013*. La formule comprend les calculs explicites relatifs au capital pour risque au titre des risques suivants :

- le risque de placement à revenu fixe;
- le risque de placement boursier;
- le risque de liquidité et de taux d'intérêt;
- le risque de prime;
- le risque de réserve;
- le risque de crédit;
- le risque de catastrophe;
- le risque opérationnel.

Le calcul du capital pour risque associé à chacun des risques susmentionnés est établi au moyen de formules dans *Prudential Standards - 2013*.

Pour le risque opérationnel, la formule de calcul du capital pour risque est la suivante :

$$C_{op} = \rho * ACov$$

où

ρ = montant entre 1 % et 10 % fixé par la BMA conformément au tableau 7, qui dépend lui-même de la somme des notes obtenues dans certains tableaux connexes.

ACov = CSRB après montant de covariance ou un montant approuvé par la BMA²⁶⁹.

Pour les sociétés d'assurances de catégorie 3A, les tableaux 7A et 7B de *Prudential Standards - 2013* tiennent compte des caractéristiques de la société d'assurances qui se rapportent à la gouvernance d'entreprise et à la fonction de gestion des risques. Par ailleurs, pour les sociétés d'assurances de catégorie 4 et de catégorie 3B, les tableaux 7A à 7F de *Prudential Standards - 2013* sont semblables à ceux des sociétés d'assurances à long terme qui ont déjà été décrits (tableaux 13A à 13F).

²⁶⁹ BMA, « Insurance (prudential standards) (class 4 and class 3B solvency requirement) amendment rules 2013 BR 112/2013 », par. 9, page 16.

[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%204%20and%20Class%203B%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%204%20and%20Class%203B%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

Pour les sociétés d'assurances générales de toutes tailles, les modèles internes ne sont pas mentionnés comme une option pour le calcul du capital réglementaire dans *2013 Prudential Standards*. Ce document énonce les exigences pour la déclaration de l'ASCSA des sociétés d'assurances générales.

2013 Prudential Standards pour les groupes d'assurances

La formule pour le CSRB à l'intention des groupes d'assurances (CSRB collectifs) est énoncée à l'annexe 1 (paragraphe 4) de *2013 Prudential Standards BR 114/2013*. Cette formule comprend des calculs explicites du capital pour le risque qui sont semblables à ceux applicables aux sociétés d'assurances générales et d'assurances à long terme. Par conséquent, une description détaillée des règlements des Bermudes pour les groupes n'est pas incluse dans le présent document de recherche.

Évaluation du risque de l'assureur commercial

L'évaluation du risque de l'assureur commercial (CIRA) représente un outil d'évaluation qui améliore le cadre de surveillance axé sur les risques de la BMA. La CIRA est entrée en vigueur le 31 décembre 2008 et ne s'applique qu'aux sociétés d'assurances de catégorie 4. Ce cadre, qui est décrit dans la *CIRA Guidance Note*, analyse la qualité de la fonction de la gestion des risques d'une société d'assurances en ce qui concerne l'exposition au risque opérationnel²⁷⁰. La CIRA doit être effectuée par la société d'assurances et elle doit être transmise à la BMA avec le CSRB. Dans la mesure où une société d'assurances applique des normes rigoureuses et efficaces à ses fonctions de gouvernance d'entreprise et de gestion des risques pour la supervision de son exposition au risque opérationnel, la CIRA se traduira par un crédit.

Le cadre de la CIRA porte plus précisément sur les huit expositions au risque opérationnel suivantes :

- les risques liés aux processus opérationnels;
- les risques de continuité des activités;
- les risques de conformité;
- les risques liés aux systèmes d'information;
- les risques liés aux réseaux de distribution;
- les risques de fraude;
- les risques liés aux ressources humaines;
- les risques d'impartition.

Le cadre de la CIRA analyse la mise en œuvre de procédures et processus précis qui ont trait à la gestion du risque opérationnel. La *CIRA Guidance Note* mentionne ce qui suit :

[traduction] « L'Autorité ne souhaite pas fournir des critères exhaustifs pour évaluer chaque risque opérationnel, car les sociétés d'assurances ont leurs propres nature, niveau et complexité. L'Autorité a toutefois adopté une approche axée sur des principes en vertu de

²⁷⁰ BMA. « Guidance Note #17 – Commercial Insurer Risk Assessment », page 2. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20No.%2017%20-%20Commercial%20Insurer%20Risk%20Assessment.pdf>.

laquelle la fonction de gouvernance d'entreprise de la société d'assurances doit prouver à l'Autorité que l'évaluation convient à ses activités²⁷¹. »

La *CIRA Guidance Note* renferme des exemples de mesures précises qui peuvent être intégrées aux processus et procédures de gestion des risques qui portent sur le risque opérationnel. Elle contient un questionnaire/tableau de bord détaillé de huit pages sur la gestion des risques, qui comprend les sections suivantes :

- gouvernance d'entreprise;
- fonction de gestion des risques;
- identification des risques;
- mesure des risques;
- réaction aux risques;
- surveillance et déclaration des risques;
- instructions relatives au calcul des charges pour risque opérationnel.

Le questionnaire/tableau de bord détaillé n'est pas intégré au présent document de recherche, mais il est affiché sur le site Web de la BMA²⁷².

Normes pour le MCI

Selon la section B.8 (Calibration Test) des *Standards for ICM* :

[traduction] « Le résultat du MCI utilisé pour calculer le capital réglementaire se définit comme le montant de capital requis pour s'acquitter de toutes les obligations à l'aide de la mesure de la TVaR en respectant un niveau de confiance de 99 %, compte tenu des polices en cours et de celles dont la souscription est prévue dans l'année, y compris l'établissement d'une provision sur une période d'un an, et les pertes imputables aux risques opérationnel, de marché et de crédit²⁷³. »

Dans *Standards for ICM*, il est précisé que le risque opérationnel fait partie des catégories de risque qui doivent être prises en compte par le MCI. Les sociétés d'assurances doivent tenir compte des mêmes risques pour un MCI qui sont indiqués dans la *CIRA Guidance Note*.

À l'instar des exigences de Bâle II, si le risque opérationnel est explicitement modélisé à l'aide de données historiques, la BMA exige que la société d'assurances soit en mesure de décrire les sources des données utilisées pour l'évaluation du risque opérationnel, notamment :

²⁷¹ BMA. « Guidance Note #17 – Commercial Insurer Risk Assessment », page 6. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20No.%2017%20-%20Commercial%20Insurer%20Risk%20Assessment.pdf>.

²⁷² Ibid., Annexe I, pages 10 à 17.

²⁷³ BMA. « Standards and application framework for the use of internal capital models for regulatory capital purposes – revised », septembre 2012, section B.8 Calibration Test, page 22. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20-%20Standards%20and%20Application%20Framework%20for%20the%20Use%20of%20Internal%20Capital%20Models%20for%20Regulatory%20Capital%20Purposes.pdf>.

- les données internes sur les pertes et les événements;
- les données externes sur les pertes et les événements, y compris des détails sur leurs fournisseurs;
- l'analyse de scénarios²⁷⁴.

Les *Standards for ICM* reconnaissent qu'il peut exister un chevauchement entre le risque opérationnel et d'autres catégories de risque. Si les risques opérationnels sont pris en compte dans une autre partie du MCI, la société d'assurances doit être en mesure de fournir suffisamment de preuves pour valider ce point.

Les *Standards for ICM* renferment des exemples de sous-catégories à l'intérieur des grandes catégories de risque d'une structure type de modèles et de tests anticipés que la BMA pourrait exiger de la part d'une société d'assurances. En ce qui concerne le risque opérationnel, les risques courants comprennent le risque de personnes, le risque lié aux processus et le risque relatif aux événements externes. À titre d'exemple de structure de modèle et de tests anticipés, mentionnons :

- les cadres factoriels simples assortis de tests de comparaison externe;
- les modèles de perte fondés sur des données internes, et comprenant des tests de qualité de l'ajustement;
- des cadres de scénario et d'opinion d'expert renfermant des tests de sensibilité²⁷⁵.

Canada

Sources

Les principales sources d'information utilisées pour la présente section sont les communications du BSIF au secteur des assurances en 2013 et 2014 au sujet de la modification proposée du Test du capital minimal (TCM) pour les sociétés d'assurances multirisques et du montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent (MMPRCE) dans le cas des sociétés d'assurance-vie.

Sociétés d'assurances multirisques

Avant le 1^{er} janvier 2015, le régime de solvabilité fédéral au Canada n'exigeait pas que les exigences de capital soient calculées explicitement pour le risque opérationnel. Pour décrire les exigences actuellement imposées aux sociétés d'assurances multirisques au Canada, le BSIF a déclaré ce qui suit :

Le BSIF a établi un ratio cible de capital de 150 %, établi aux fins de surveillance (cible de surveillance), qui dépasse suffisamment les exigences minimales de sorte à pouvoir, d'une part, composer avec la volatilité des marchés et de la conjoncture, les innovations au sein du secteur, la tendance à la consolidation et l'évolution de la situation internationale et, d'autre part, se prémunir contre les risques qui ne sont pas expressément pris en compte dans le calcul du passif relatif aux polices ou du TCM, c'est-à-dire les risques liés aux systèmes ou

²⁷⁴ BMA. « Standards and application framework for the use of internal capital models for regulatory capital purposes – revised », septembre 2012, section B.120, pages 46 et 47. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20-%20Standards%20and%20Application%20Framework%20for%20the%20Use%20of%20Internal%20Capital%20Models%20for%20Regulatory%20Capital%20Purposes.pdf>.

²⁷⁵ Ibid., section C.114, page 69.

aux données, le risque stratégique, le risque de gestion, le risque de fraude, le risque juridique et d'autres risques opérationnels et commerciaux. Une cible de surveillance adéquate permet d'absorber les pertes au-delà de celles couvertes par le TCM minimal et de combler les besoins en capital grâce à un accès permanent au marché²⁷⁶.

En 2013, le BSIF a entrepris un processus de révision qui a donné lieu à des changements à sa formule standard, incluant l'intégration d'exigences de capital explicites pour le risque opérationnel. Cette révision avait pour but d'élaborer un cadre plus robuste de capital basé sur les risques qui serait davantage conforme aux risques auxquels sont exposées les sociétés d'assurances multirisques.

En mai 2013, le BSIF a diffusé un document de travail à l'intention du secteur des assurances multirisques aux fins de consultation concernant un projet de modification du cadre de réglementation. Dans la description de l'approche proposée dans son document de travail en matière de risque opérationnel, le BSIF a indiqué ce qui suit :

L'approche proposée doit être vue comme une première étape vers l'établissement d'une exigence explicite pour le risque opérationnel. La méthodologie initiale sera axée sur quelques approximations du risque seulement. À mesure que de l'information et des données sur les sinistres seront recueillies, le BSIF envisagera d'inclure d'autres approximations et d'améliorer la mesure de l'exposition au risque, s'il y a lieu.

La formule proposée pour calculer la marge pour risque opérationnel vise à fournir une mesure simple et raisonnable pour déterminer l'exposition au risque à l'aide de données facilement accessibles. D'autres mesures du risque plus complexes ont été examinées, mais n'ont pas été retenues parce qu'elles n'offraient pas plus de précision pour établir les exigences au titre du risque opérationnel²⁷⁷.

Une étude d'impact quantitative (EIQ) accompagnait le document de travail du BSIF, et les sociétés d'assurances ont préparé leurs analyses à l'été de 2013. Le BSIF a publié les documents qui suivent, dans la foulée des commentaires qui lui ont été transmis :

- *Résumé de l'impact sur le capital des modifications que l'on propose d'apporter au cadre de capital réglementaire 2015 des sociétés d'assurances multirisques;*
- *Résumé des commentaires sectoriels à propos du document de travail du BSIF : Modifications proposées par le BSIF au cadre de capital réglementaire des sociétés d'assurances multirisques fédérales, y compris l'exposition au risque de tremblement de terre;*
- *Compte rendu de l'examen par le BSIF des coefficients du risque d'assurance;*
- *Tableaux relatifs au capital inclus dans les relevés réglementaires.*

²⁷⁶ BSIF. « Ligne directrice - Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », 1^{er} janvier 2013, p. 5. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/Docs/mct2013.pdf>.

²⁷⁷ BSIF. « Document de travail sur les modifications proposées par le BSIF au cadre de capital réglementaire des sociétés d'assurances multirisques fédérales », mai 2013, p. 22. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/Docs/MCTDC.pdf>.

Le BSIF a également diffusé une communication (20 décembre 2013) sur la version provisoire de la ligne directrice sur le TCM soumise à la consultation²⁷⁸. L'Annexe A de cette communication renfermait des détails au sujet des ajustements proposés dans la version provisoire de la ligne directrice.

Au départ, le BSIF a proposé un plafond de 40 % pour limiter les exigences de capital pour risque opérationnel imposées aux assureurs qui ont un volume élevé de polices de faible complexité et ayant fortement recours à la réassurance. En décembre 2013, le BSIF avait ramené le plafond à 30 %; il serait calculé en fonction des exigences de capital/marge, établies selon le niveau cible avant la prise en compte du risque opérationnel et du crédit pour diversification.

Le 24 septembre 2014, le BSIF a publié la version définitive de la Ligne directrice 2015 sur le TCM. Cette dernière, dont la date d'entrée en vigueur a été fixée au 1^{er} janvier 2015, renferme une formule explicite pour intégrer la marge pour risque opérationnel à l'exigence globale de capital.

La formule de la ligne directrice 2015 sur le TCM repose sur les exigences de capital/marge pour le risque opérationnel, les primes souscrites (primes directes, souscrites et cédées), et la hausse des primes souscrites brutes au-delà d'un certain seuil. En vertu de cette formule, la marge pour risque opérationnel est calculée de la façon suivante :

$$\text{Marge pour risque opérationnel} = \text{MIN} \{30 \% CR_0, (8,50 \% CR_0 + 2,50 \% P_w + 1,75 \% P_a + 2,50 \% P_c + 2,50 \% P_\Delta) + \text{MAX}(0,75 \% P_{\text{aig}}, 0,75 \% P_{\text{cig}})\},$$

où

CR_0 = est le capital requis total pour la période de déclaration, abstraction faite de la marge requise pour risque opérationnel et du crédit pour diversification

P_w = sont les primes souscrites directement au cours des 12 derniers mois

P_a = sont les primes souscrites acceptées au cours des 12 derniers mois découlant de la réassurance auprès de tiers

P_{aig} = sont les primes souscrites acceptées au cours des 12 derniers mois découlant d'accords de mise en commun de la réassurance intragroupe

P_c = sont les primes souscrites cédées au cours des 12 derniers mois découlant de la réassurance auprès de tiers

P_{cig} = sont les primes souscrites cédées au cours des 12 derniers mois découlant d'accords de mise en commun de la réassurance intragroupe

P_Δ = est la croissance des primes souscrites brutes au cours des 12 derniers mois.

Le BSIF calcule la croissance des primes à l'aide des primes souscrites brutes (le total des primes souscrites directement et des primes souscrites acceptées). Un coefficient de risque de 2,5 % s'applique au total du montant des primes brutes souscrites au cours de l'année courante excédant le seuil de croissance de 20 % comparativement au montant des primes souscrites brutes au cours de la même période l'exercice précédent.

²⁷⁸ BSIF. « Ligne directrice Test du capital minimal (TCM) », 24 septembre 2014, page consultée le 27 octobre 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015-let.aspx>.

La formule du BSIF pour la marge du risque opérationnel comprend différents coefficients de risque pour les opérations de réassurance auprès de tiers et les accords de mise en commun de la réassurance intragroupe. Le coefficient de risque pour les primes cédées au titre de la réassurance auprès de tiers reflète le risque opérationnel que conserve l'assureur cédant après qu'une partie de son exposition au risque d'assurance ait été cédée au réassureur. Le coefficient de risque pour les primes acceptées ou cédées découlant d'accords de mise en commun de la réassurance intragroupe « reflète le risque opérationnel supplémentaire associé à la mise en commun de primes par un groupe comparativement au risque que court une société qui ne participe pas à des opérations qui consistent à transférer des primes entre sociétés d'un même groupe »²⁷⁹. Les assureurs doivent obtenir l'approbation préalable du BSIF pour appliquer le coefficient de risque en vertu d'accords de mise en commun de la réassurance intragroupe et ces coefficients de risque ne s'appliquent qu'aux accords de mise en commun de la réassurance entre sociétés canadiennes fédérales ou provinciales.

Sociétés d'assurance-vie

À l'heure actuelle, le régime fédéral canadien de solvabilité ne prévoit pas explicitement d'exigence de capital pour le risque opérationnel. Aux fins de la description des exigences actuelles pour les sociétés d'assurance-vie au Canada, le BSIF mentionne ce qui suit :

Le ratio MMRCE/TDAMR [test du dépôt de l'actif et de la marge requise] compare le capital disponible au capital requis calculé à l'égard de certains risques spécifiques. Si l'on tenait compte uniquement des risques pour lesquels un calcul est indiqué, un ratio minimal de 100 % pourrait être jugé acceptable. Toutefois, les assureurs-vie encourent plus de risques que ceux pour lesquels un calcul est effectué. Leur ratio minimal est donc fixé à 120 % plutôt qu'à 100 % afin de couvrir le risque opérationnel qui n'est pas explicitement calculé, mais qui fait partie des exigences minimales de capital énoncées dans les lignes directrices sur le MMRCE/TDAMR.

De plus, le BSIF a établi un ratio cible de capital de 150 %, établi aux fins de surveillance, qui a pour but de couvrir les risques prescrits dans le calcul du ratio minimum du MMRCE/TDAMR et de constituer une marge à l'égard des autres types de risques qui ne sont pas inclus dans le calcul comme le risque stratégique et le risque d'atteinte à la réputation ou d'autres risques dont l'actuaire ne traite pas expressément dans le calcul du passif des polices²⁸⁰.

À l'instar de ses travaux dans le domaine de l'assurance multirisques, le BSIF procède actuellement à l'évaluation des changements portant sur sa formule standard à l'intention des sociétés d'assurance-vie, qui comprendraient un ajustement explicite pour le risque opérationnel. Le 1^{er} novembre 2013, le BSIF a diffusé une cinquième étude d'impact quantitative (BSIF-EIQ5)²⁸¹ pour les assureurs-vie. Le BSIF a déclaré ce qui suit :

²⁷⁹ BSIF. « Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », 1^{er} janvier 2015, page consultée le 29 septembre 2014. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/qdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015.aspx#Toc-7.2>

²⁸⁰ BSIF. « Ligne directrice – Montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent (MMRCE) des sociétés d'assurance-vie », en vigueur le 1^{er} janvier 2013, pp. 6-7. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/Docs/MCCSR2013.pdf>.

²⁸¹ On s'attend à ce que la formule et certains facteurs soient étalonnés de nouveau dans une sixième étude d'impact qualitative du BSIF et éventuellement, dans la version définitive du cadre.

Nous invitons actuellement les assureurs à participer à une cinquième étude d'impact quantitative (l'ÉIQ no 5) dont le but est de recueillir de l'information sur toutes les méthodes de calcul des exigences de capital conçues à ce jour. L'ÉIQ no 5 inclut des changements au calcul des risques de crédit, de marché, d'assurance et les risques opérationnels par suite de la rétroaction issue de l'ÉIQ no 4, d'analyses plus approfondies et de la prise en compte de données plus précises²⁸².

À l'onglet « Données sur le risque opérationnel » de la feuille de calcul Excel fournie par le BSIF pour l'ÉIQ5, un coussin de solvabilité total pour le risque opérationnel représente la somme :

- du coussin de solvabilité pour le volume de polices;
- du coussin de solvabilité pour les fortes hausses du volume de polices;
- des charges pour risques liés au coussin de solvabilité.

Les coussins de solvabilité pour volume de polices et pour forte hausse du volume de polices sont déterminés en appliquant des facteurs de risque :

- aux primes directes pour les polices d'assurance-vie individuelle, collective et autre;
- aux primes acceptées de réassurance;
- aux valeurs de compte, séparément pour les fonds distincts, le passif des rentes, l'assurance-vie universelle et les produits de dépôt (y compris les fonds communs de placement, les CPG, et autres instruments).

Différents facteurs s'appliquent aux diverses catégories de polices. Le coussin de solvabilité au titre du risque opérationnel comprend des charges pour risque de 5 % relatifs au coussin de solvabilité total pour tous les autres risques dans chaque pays. Cette charge couvrirait certains risques opérationnels liés aux polices en vigueur²⁸³.

Europe et Solvabilité II

Sources

La présente section repose en grande partie sur :

- le site Web de la Banque d'Angleterre;
- le texte de la *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)* (la Directive);
- la publication de l'AEAPP intitulée *CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula – Article 111 (f) Operational Risk*, octobre 2009;

²⁸² BSIF. « Approche standard du calcul des exigences de capital – Étude d'impact quantitative n° 5 », 1^{er} novembre 2013, p. 1, page consultée le 18 janvier 2014. http://www.osfi-bsif.gc.ca/Eng/fi-if/rg-ro/gdn-ort/pp-do/Pages/qis5_let.aspx.

²⁸³ BSIF. « Approche standard du calcul des exigences de capital – Étude d'impact quantitative n° 5 – Sommaire – feuilles de calcul (version 2) », 1^{er} novembre 2013, p. 1, page consultée le 18 janvier 2014. http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/pp-do/Pages/qis5_let.aspx.

- le rapport intitulé *EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (S2-QIS5) for Solvency II*, mars 2011;
- la publication de l'AEAPP intitulée *EIOPA Final Report on Public Consultation No. 13/008 on the Proposal for Guidelines on the System of Governance*, septembre 2013, et les *Guidelines on System of Governance*, 2013;
- les publications de l'AEAPP intitulées *EIOPA Final Report on Public Consultation No. 13/011 on the Proposal for Guidelines on the Pre-application for Internal Models*, septembre 2013, et *Guidelines on Pre-Application of Internal Models*, 2013.

Contexte et description générale

En octobre 2013, la Commission européenne a annoncé que Solvabilité II entrerait en vigueur le 1^{er} janvier 2016. [traduction] « À sa mise en œuvre, Solvabilité II sera adoptée par les 28 États membres de l'Union européenne (UE), en plus de trois pays de l'Espace économique européen (EEE)²⁸⁴. »

Solvabilité II est un nouveau dispositif de réglementation pour le secteur des assurances de l'Europe qui adopte une approche axée sur les risques. Ce nouveau dispositif remplace Solvabilité I, qui constituait un régime d'harmonisation minimal lancé au début des années 1970.

Solvabilité II mettra en place de nouvelles exigences de capital, techniques d'évaluation, et normes pour la gouvernance et la déclaration. Le but consiste à harmoniser les règlements dans l'ensemble de l'UE, et à remplacer un système qui groupe 13 directives d'assurances²⁸⁵, en vertu desquelles différents pays ont mis en œuvre les règles de Solvabilité I de diverses façons (plus particulièrement pour la surveillance collective) par un régime unifié.

L'un des buts de Solvabilité II est de rationaliser la surveillance d'assurances vers un marché unique, et permettre aux sociétés d'assurances de l'UE de détenir une licence unique dans l'ensemble des pays membres. Ce but sera atteint par la mise en place d'un cadre juridique unifié aux fins de la réglementation prudentielle de tous les assureurs actifs dans l'UE. Solvabilité II devrait optimiser l'harmonisation et respecter les principes utilisés en surveillance bancaire.

Solvabilité II renferme les principes clés suivants :

- les bilans conformes au marché;
- le capital axé sur le risque;
- le dispositif ORSA;
- la responsabilisation de la haute direction;
- l'évaluation de la surveillance.

La structure de Solvabilité II est semblable à celle de la réglementation de Bâle II. Elles reposent toutes deux sur trois piliers qui comprennent des exigences quantitatives et qualitatives, de même que la discipline du marché, et des composantes spécifiques centrées sur le capital, le risque, la surveillance et la divulgation. Le

²⁸⁴ <http://www.bankofengland.co.uk/pru/pages/solvency2/default.aspx>, page consultée le 16 janvier 2014.

²⁸⁵ <http://www.lloyds.com/the-market/operating-at-lloyds/solvency-ii>, page consultée le 16 janvier 2014.

tableau qui suit établit une comparaison entre les trois piliers de Bâle II et ceux de Solvabilité II qui sont nommés par le Comité de Bâle et l'AEAPP respectivement.

Pilier	Bâle II	Solvabilité II
1	exigences minimales de capital	adéquation du capital
2	examen de la surveillance	systèmes de gouvernance
3	discipline du marché	déclaration

Il existe des différences notoires dans le cadre de réglementation des sociétés d'assurances pour les sociétés d'assurances assujetties aux dispositions de Solvabilité II et au cadre applicable au secteur bancaire en vertu de Bâle II, plus particulièrement en ce qui concerne le premier pilier. L'une des principales différences est que Bâle II repose sur des modèles distincts aux fins du risque d'investissement, du risque de crédit et du risque opérationnel; par ailleurs, Solvabilité II est centré sur l'analyse de portefeuille axée sur les risques au moyen d'une approche intégrée tenant compte des liens entre les catégories de risque. En outre, Bâle II est concentré sur l'actif, tandis que l'évaluation de l'adéquation du capital dans le cadre de Solvabilité II applique les principes économiques aux deux volets du bilan, l'actif et le passif.

Le premier pilier de Solvabilité II porte sur les exigences quantitatives imposées aux sociétés d'assurances pour veiller à ce qu'elles soient suffisamment provisionnées au moyen de capitaux axés sur les risques. Toutes les évaluations de ce pilier doivent être effectuées avec prudence, de façon cohérente du marché. En abordant l'adéquation du capital, le premier pilier établit l'exigence de capital de solvabilité (SCR) et le capital minimal requis (MCR) :

- le SCR représente le niveau de l'exigence de capital pour garantir à 99,5 % que l'actif sera suffisant pour couvrir le passif au cours des 12 prochains mois;
- le MCR constitue le niveau de l'exigence de capital pour garantir à 85 % à l'autorité de contrôle que l'actif sera suffisant pour couvrir le passif au cours des 12 prochains mois.

Une société d'assurances peut calculer son exigence de capital à l'aide de l'une des trois approches suivantes :

[traduction] « Formule standard – la formule standard est un cadre sensible aux risques qui est conçu pour saisir les risques standards auxquels une entreprise peut être confrontée et calculer l'exigence de capital à partir de ces risques. Cette formule classe les risques en modules aux fins du capital, et elle prévoit l'agrégation et la diversification dans tous les modules. Les modules sont le risque de marché, le risque de crédit, le risque de souscription (assurance-vie et autre que vie), et le risque opérationnel. Des ajustements accroissent la capacité des impôts différés et des provisions techniques d'absorber les pertes, et d'atténuer le risque lié à la conservation des actifs incorporels.

Application de paramètres spécifiques – Dans certaines circonstances, une entreprise peut modifier les paramètres de la formule standard pour les adapter en fonction de ses activités. Cela ne peut être appliqué qu'à certains risques; leur estimation suit une méthode établie avec l'approbation ultime de l'organisme de réglementation.

Modèles internes complets ou partiels – Pour les entreprises dont le profil de risque n'est pas correctement saisi par la formule standard ou dont l'exigence de capital doit correspondre

davantage au profil de risque, un modèle interne complet ou partiel permet une évaluation sur mesure²⁸⁶. »

L'utilisation de modèles internes est assujettie à des normes rigoureuses et elle doit faire l'objet d'une approbation de surveillance préalable.

Le pilier 2 de Solvabilité II impose des normes pour la gestion des risques et la gouvernance au sein de la structure d'une société d'assurances. Ce pilier autorise également les autorités de contrôle à mettre au défi les sociétés d'assurances pour des enjeux relatifs à la gestion des risques. Il comprend le dispositif ORSA, qui oblige un assureur à effectuer sa propre autoévaluation prospective de ses risques, du capital requis correspondant et de la suffisance des ressources en capital.

Le pilier 3 de Solvabilité II est centré sur la transparence des rapports aux autorités de contrôle et au public. En vertu de ce pilier, les sociétés d'assurances doivent préparer un rapport annuel privé à l'intention des autorités de contrôle et un rapport public sur la solvabilité et la situation financière qui rehausse le niveau de divulgation de leurs renseignements. Les assureurs devront remettre à l'organisme de réglementation des rapports trimestriels et annuels renfermant des renseignements de base.

Calcul du capital pour risque opérationnel en vertu de Solvabilité II à l'aide de l'approche standard

Afin de mieux comprendre l'exigence de capital de solvabilité de Solvabilité II, il conviendrait d'examiner le texte des articles 101 et 107 de la *Directive*.

L'article 101 s'intitule « Calcul du capital de solvabilité requis » et il précise ce qui suit :

- « 1. Le capital de solvabilité requis est calculé conformément aux paragraphes 2 à 5.
2. Le calcul du capital de solvabilité requis se fonde sur l'hypothèse d'une continuité de l'exploitation de l'entreprise concernée.
3. Le capital de solvabilité requis est calibré de manière à garantir que tous les risques quantifiables auxquels l'entreprise d'assurance ou de réassurance est exposée soient pris en considération. Il doit couvrir le portefeuille en cours, ainsi que le nouveau portefeuille dont la souscription est attendue dans les douze mois à venir. Pour ce qui concerne le portefeuille en cours, il couvre seulement les pertes non anticipées.

Le capital de solvabilité requis correspond à la valeur en risque (Value-at-Risk) des fonds propres de base de l'entreprise d'assurance ou de réassurance, avec un niveau de confiance de 99,5 % à l'horizon d'un an²⁸⁷. »

L'article 107 s'intitule « Exigence de capital pour risque opérationnel » et il se lit comme suit :

- « 1. L'exigence de capital pour risque opérationnel reflète les risques opérationnels, dans la mesure où ceux-ci ne sont pas déjà pris en considération dans les modules de risque visés à l'article 104. Cette exigence est calibrée conformément à l'article 101, paragraphe 3.

²⁸⁶ Prudential Regulation Authority. « Policy: Europe & UK – Pillar 1 Capital adequacy », Banque d'Angleterre, juin 2013. <http://www.bankofengland.co.uk/pr/Documents/solvency2/pillar1.pdf>.

²⁸⁷ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138&from=EN>, page consultée le 14 janvier 2014.

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

3. Dans le cas des opérations d'assurance et de réassurance autres que celles visées au paragraphe 2, le calcul de l'exigence de capital pour risque opérationnel tient compte du volume de ces opérations, en termes d'encaissement de primes et de provisions techniques détenues pour faire face aux engagements d'assurance et de réassurance correspondants. L'exigence de capital pour risque opérationnel ne dépasse alors pas 30 % du capital de solvabilité requis de base afférent aux opérations d'assurances et de réassurance concernées²⁸⁸. »

L'article 107 a trait à l'article 104, qui s'intitule « Conception du capital de solvabilité requis de base » et il indique ce qui suit :

« 1. Le capital de solvabilité requis de base se compose de modules de risque individuels qui sont agrégés conformément au point 1 de l'annexe IV.

Il comprend au moins les modules de risque suivants :

- a) le risque de souscription en non-vie;
- b) le risque de souscription en vie;
- c) le risque de souscription en santé;
- d) le risque de marché;
- e) le risque de contrepartie.

2. Aux fins du paragraphe 1, points a), b) et c), les opérations d'assurance et de réassurance sont affectées au module de risque de souscription qui reflète le mieux la nature technique des risques sous-jacents.

3. Les coefficients de corrélation appliqués aux fins de l'agrégation des modules de risque visés au paragraphe 1 ainsi que le calibrage des exigences de capital pour chaque module de risque aboutissent à un capital de solvabilité requis global satisfaisant aux principes énoncés à l'article 101.

4. Chacun des modules de risque visés au paragraphe 1 est calibré sur la base d'une mesure de la valeur en risque (Value-at-Risk), avec un niveau de confiance de 99,5 % à l'horizon d'un an.

S'il y a lieu, il est tenu compte des effets de diversification dans la conception de chaque module de risque.

5. Pour toutes les entreprises d'assurance et de réassurance, la même conception et les mêmes spécifications sont utilisées pour les modules de risque, tant pour le capital de solvabilité requis de base que pour tout calcul simplifié prévu à l'article 109.

²⁸⁸ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0138:EN:NOT>, page consultée le 14 janvier 2014.

6. En ce qui concerne les risques résultant de catastrophes, des spécifications géographiques peuvent, s'il y a lieu, être utilisées aux fins du calcul des modules « risque de souscription en vie », « risque de souscription en non-vie » et « risque de souscription en santé ».

7. Sous réserve de l'accord des autorités de contrôle, les entreprises d'assurance et de réassurance peuvent, lorsqu'elles calculent les modules « risque de souscription en vie », « risque de souscription en non-vie » et « risque de souscription en santé », remplacer, dans la conception de la formule standard, un sous-ensemble de ses paramètres par des paramètres qui sont propres à l'entreprise concernée.

Ces paramètres sont calibrés sur la base des données internes de l'entreprise concernée ou de données directement pertinentes pour les opérations de cette entreprise, sur la base de méthodes standardisées.

Avant de donner leur accord, les autorités de contrôle vérifient l'exhaustivité, l'exactitude et le caractère approprié des données utilisées. »²⁸⁹

La publication du CEAPP intitulée *CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula – Article 111 (f) Operational Risk* (octobre 2009) renferme des détails sur les commentaires reçus du secteur des assurances au sujet des propositions touchant le calcul de l'exigence de capital pour risque opérationnel, de même que la conception et l'étalonnage du module de risque opérationnel. La présente section du document de recherche est centrée sur la formule de calcul de l'exigence de capital pour risque opérationnel énoncée dans le document de l'AEAPP.

L'exigence de capital pour risque opérationnel (SCR_{op}) repose sur les primes acquises et les provisions techniques (avec plancher zéro), réassurance incluse. Dans la formule, les provisions techniques ne comprennent pas la marge de risque afin d'éviter les problèmes de circularité. Les facteurs sont étalonnés afin de satisfaire l'exigence de Solvabilité II concernant la VaR de 99,5 % et l'horizon d'un an. La fonction SCR_{op} , en vertu du capital de solvabilité de base requis (CSBR), prend la forme suivante :

$$SCR_{op} = \min\{BSCR_{cap} \cdot BSCR; Op_{in\ ul}\} + UL_f \cdot Exp_{ul}$$

où

$BSCR_{cap}$ = 30 % selon le texte afférent au niveau 1, à l'article 107;

$Op_{in\ ul}$ = exigence de capital de base pour le risque opérationnel au titre de toutes les opérations, à l'exception des opérations liées aux unités (réassurance incluse);

UL_f = exigence factorielle appliquée à tous les montants de frais annuels (réassurance incluse) engagés au titre des opérations liées aux unités;

Exp_{ul} = montant de dépenses annuelles (réassurance incluse) engagées au titre des opérations liées aux unités.

$Op_{in\ ul}$ prend la forme suivante

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

²⁸⁹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0138:EN:NOT>, page consultée le 15 janvier 2014.

où

$$\begin{aligned} Op_{\text{premiums}} = & P_{\text{life}_f} * (Earn_{\text{life}} + Earn_{\text{SLT Health}} - Earn_{\text{life-ul}}) + \\ & P_{\text{nl}_f} * (Earn_{\text{nl}} + Earn_{\text{non-SLT Health}}) + \\ & \text{Max}(0, P_{\text{life}_f} * (\Delta Earn_{\text{life}} - \Delta Earn_{\text{life-ul}})) + \\ & \text{Max}(0, P_{\text{nl}_f} * \Delta Earn_{\text{non-life}}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Op_{\text{provisions}} = & TP_{\text{life}_f} * (TP_{\text{life}} + TP_{\text{SLT Health}} - TP_{\text{life-ul}}) + \\ & TP_{\text{nl}_f} * (TP_{\text{nl}} + TP_{\text{non-SLT Health}}) + \\ & \text{Max}(0, P_{\text{life}_f} * (\Delta TP_{\text{life}} - \Delta TP_{\text{life-ul}})) + \\ & \text{Max}(0, P_{\text{nl}_f} * \Delta TP_{\text{non-life}}); \end{aligned}$$

P_{life_f} , P_{nl_f} , TP_{life_f} , P_{nl_f} = coefficients pondérateurs étalonnés selon les exigences de Solvabilité II;

$Earn_{\text{life}}$ = total des primes d'assurance-vie acquises, y compris les opérations liées aux unités;

$Earn_{\text{SLT Health}}$ = total des primes acquises correspondant à l'assurance maladie qui équivaut à l'assurance maladie SLT avec plancher zéro;

$Earn_{\text{life-ul}}$ = total des primes d'assurance-vie acquises pour les opérations liées aux unités;

$Earn_{\text{nl}}$ = total des primes acquises en assurance autre que l'assurance-vie;

$Earn_{\text{non-SLT Health}}$ = total des primes acquises correspondant à l'assurance maladie qui équivaut à l'assurance maladie non SLT;

Δ = variation des primes acquises et des provisions techniques à partir de l'an t-1 à l'an t pour les primes acquises et les provisions techniques dont le taux de croissance a été supérieur à 10 %; en outre, aucune compensation n'est permise entre le Δ pour l'assurance-vie et les autres branches d'assurance;

TP_{life} = provisions techniques totales pour l'assurance-vie, y compris les opérations liées aux unités et les obligations d'assurance-vie dans des contrats autres que d'assurance-vie, notamment les rentes;

$TP_{\text{SLT Health}}$ = provisions techniques correspondant à l'assurance maladie qui équivaut à l'assurance maladie SLT;

$TP_{\text{life-ul}}$ = provisions techniques totales en assurance-vie pour les opérations liées aux unités;

TP_{nl} = provisions techniques totales en assurance autres que l'assurance-vie (à l'exception des obligations assimilées à l'assurance-vie dans des contrats autres que d'assurance-vie, notamment les rentes);

$TP_{\text{non-SLT Health}}$ = provisions techniques correspondant à l'assurance maladie qui équivaut à l'assurance maladie non SLT;

Risque opérationnel et commentaires issus de S2-EIQ5

La publication de l'AEAPP intitulée *EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (S2-QIS5) for Solvency II* (mars 2011) fait rapport sur les commentaires formulés au sujet des plus récentes propositions concernant le calcul du capital pour risque opérationnel. Dans cette publication, l'AEAPP déclare :

[traduction] « Très peu de commentaires ont été formulés au sujet du risque opérationnel. Néanmoins, les réponses des participants ont révélé que la plupart des entreprises sont

favorables à la formule standard plutôt qu'aux modèles internes pour ce risque spécifique. Des paramètres différents peuvent orienter cette tendance, notamment la difficulté d'élaborer ces types de modèle (coût, complexité, moment), et ce résultat doit être perçu en tenant compte des données disponibles limitées dans [S2-EIQ5] au sujet des modèles internes.

...

Les commentaires qualitatifs sur le risque opérationnel étaient rares et ils indiquaient principalement que la méthode était trop rudimentaire et n'encourageait pas suffisamment les saines pratiques de gestion des risques. Il est donc étonnant que la plupart des répondants qui prévoient le recours à des modèles internes partiels ont mentionné une intention d'utiliser la méthode de la formule standard pour évaluer le risque opérationnel. Ce risque est souvent ajouté tout simplement aux autres risques sans diversification, à l'instar de la formule standard. Des groupes avaient également l'intention d'utiliser la formule standard pour le risque opérationnel en raison de l'absence de données et du fait qu'elle n'est pas sensible aux risques²⁹⁰. »

Systeme de gouvernance

Dans le cadre du système de gouvernance, Solvabilité II exige une politique écrite sur le risque opérationnel. La ligne directrice 19 (Gestion du risque opérationnel), qui représente les *Orientations relatives au système de gouvernance* de l'AEAPP, s'adresse aux organismes de réglementation locaux, et elle s'applique aussi de façon directe aux sociétés d'assurances. Elle précise ce qui suit :

« 1.44. Conformément à l'article 44 de la directive Solvabilité II, les autorités nationales compétentes devraient veiller à ce que, dans la politique de gestion des risques, l'entreprise couvre à tout le moins les aspects suivants concernant les risques opérationnels :

- a) l'identification des risques opérationnels auxquels elle est, ou pourrait être, exposée et l'évaluation de la manière de les atténuer;
- b) les activités et les processus internes pour gérer les risques opérationnels, en ce compris le système informatique sur lequel ils s'appuient; et
- c) les limites de tolérance au risque concernant les principaux domaines de risques opérationnels de l'entreprise.

1.45. Conformément à l'article 44 de la directive Solvabilité II, les autorités nationales compétentes devraient veiller à ce que l'entreprise dispose de processus pour déceler les risques opérationnels, les analyser et les déclarer. À cette fin, elle devrait établir un processus pour recenser les événements de risque opérationnel et assurer la surveillance.

1.46. Conformément à l'article 44 de la directive Solvabilité II, les autorités nationales compétentes devraient veiller à ce qu'en vue de la gestion des risques opérationnels, l'entreprise élabore et analyse un ensemble approprié de simulations relatives aux risques opérationnels basées à tout le moins sur les approches suivantes :

²⁹⁰ AEAPP. « EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency II », 14 mars 2011, p. 71. http://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/reports/QIS5_Report_Final.pdf.

- a) la défaillance d'un processus clé, de membres du personnel clés ou d'un système clé;
- b) l'occurrence d'événements externes²⁹¹. »

Phase d'application préliminaire des modèles internes de risque opérationnel

La publication de l'AEAPP intitulée *EIOPA Final Report on Public Consultations No. 13/011 on the Proposal for Guidelines on the Pre-application for Internal Models* (septembre 2013) précise que les renseignements transmis aux autorités nationales compétentes dans le cadre du processus d'application préliminaire aux fins de l'utilisation de modèles internes pour calculer le capital de solvabilité requis comprennent la catégorie de risque opérationnel à l'intérieur du modèle interne. Les lignes directrices insistent précisément sur les normes de documentation, y compris les exigences relatives au jugement d'expert, à la validation, aux prévisions de lois de probabilité, au test d'utilisation, aux processus de changement de modèle, aux modèles externes, et aux données (internes et externes).

Afrique du Sud

Sources

Cette section repose en grande partie sur les documents qui suivent et qui proviennent du site Web du FSB :

- *Solvency Assessment and Management 2013 Update*, mars 2013;
- *Internal Model Approval Process (IMAP) Guide* (avril 2011, Version 1) (désigné *Guide IMAP*) et *Internal Model Approval Process (IMAP) Contents of Application (CoA) Template*, août 2011, Version 1.0 (désigné *IMAP CoA*);
- *Solvency Assessment and Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications* (désigné *SA QIS3 Technical Specifications*).

Contexte et introduction générale

Le FSB et le secteur des assurances de l'Afrique du Sud ont amorcé leurs travaux au sujet du projet d'évaluation et de gestion de la solvabilité (EGS) en 2009. Ce projet avait pour but d'établir un régime de surveillance axé sur les risques aux fins de la réglementation prudentielle de toutes les sociétés d'assurances actives en Afrique du Sud. En vertu du nouveau cadre de réglementation, une société d'assurances sera en mesure de calculer son capital de solvabilité requis (SCR) à l'aide d'une formule standard, d'un modèle interne ou d'une combinaison de ces deux éléments. Le *Guide IMAP* indique que l'approbation des modèles internes à des fins réglementaires constituera une approche intégrée; en vertu de l'*IMAP CoA*, une société d'assurances doit fournir des preuves propres aux risques pour la catégorie de risque opérationnel. Dans le

²⁹¹ AEAPP. « Orientations relatives au système de gouvernance », EIOPA-CP-13/08, 2013, p. 10.
https://eiopa.europa.eu/Publications/Guidelines/EIOPA_2013_00200000_FR_TRA.pdf#search=00200000%20FR%20TR A.

présent document de recherche, la discussion au sujet de l'exigence de capital proposée pour l'Afrique du Sud porte plus particulièrement sur la formule standard, et non sur les modèles internes.

Dans l'Introduction du document *Solvency Assessment and Management 2013 Update*, le FSB déclare :

[traduction] « D'importants progrès ont été effectués à cet égard; à preuve, plus d'une centaine de documents représentent le point de vue de la structure de gouvernance au sujet de divers éléments du cadre d'évaluation et de gestion de la solvabilité à diverses étapes de la production. L'annexe 2 renferme une liste de documents à consulter.

En plus de la production de ces documents, d'autres travaux ont été exécutés; entre autres, deux études d'impact quantitatives ont été achevées. Une étude distincte qui mesure l'état de préparation des sociétés d'assurances et de groupes en vue de mettre en œuvre le pilier II du cadre d'évaluation et de gestion de la solvabilité a également été préparée; en outre, le rapport qui s'y rattache devrait paraître bientôt²⁹². »

En date de février 2014, le FSB avait amorcé trois études d'impact quantitatives. Les commentaires au sujet de la troisième Étude d'impact quantitative (SA QIS3) de l'Afrique du Sud doivent être acheminés au FSB en avril 2014. Dans le document *SA QIS3 Technical Specifications*, le FSB a indiqué que la troisième étude d'impact quantitative est importante pour passer de la phase de développement à celle de mise en œuvre du projet.

Les exigences réglementaires énoncées dans le cadre d'évaluation et de gestion de la solvabilité ont pour but de s'harmoniser avec les nouvelles règles de solvabilité d'autres pays, tout particulièrement Solvabilité II, et avec les PBA de l'AICA. La section « Évaluation » du document *SA QIS3 Technical Specifications* précise ce qui suit :

[traduction] « Le principal objectif de l'évaluation, qui est énoncé à l'article 75 de la Directive sur le dispositif Solvabilité II (Directive 2009/138/EC), exige une démarche économique respectueuse du marché pour l'évaluation de l'actif et du passif. Selon l'approche axée sur les risques pour l'évaluation et la gestion de la solvabilité, lors de l'évaluation des postes du bilan sur une base économique, les assureurs doivent tenir compte des risques qui découlent d'un poste au bilan, à l'aide d'hypothèses que les opérateurs du marché utiliseraient pour évaluer l'actif et le passif.

D'après cette méthode, les assureurs et les réassureurs valorisent l'actif et le passif de la manière suivante :

- a) les actifs sont déterminés au montant pour lequel ils pourraient être échangés dans le cadre d'une transaction conclue, dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes;
- b) les passifs sont déterminés au montant pour lequel ils pourraient être transférés ou réglés dans le cadre d'une transaction conclue, dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes.

²⁹² FSB. « Solvency Assessment and Management 2013 Update » mars 2013, p. 5.
<https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SAM%202013%20Update.pdf>.

Pour l'évaluation des passifs financiers en vertu du point b), aucun ajustement ne devrait être effectué ultérieurement pour tenir compte de la variation de la cote de crédit de la société d'assurances ou de réassurance.

Tous les actifs et passifs, à l'exception des provisions techniques, doivent être valorisés, à moins d'indication conforme aux Normes internationales d'information financière (IFRS), comme le prévoit l'International Accounting Standards Board (IASB). Ils sont alors envisagés comme une valeur approximative convenable, dans la mesure où ils tiennent compte des principes d'estimation économique de l'évaluation et de la gestion de la solvabilité²⁹³. »

Le SCR

Le document intitulé *SA QIS3 Technical Specifications* énonce les exigences actuellement soumises à évaluation pour déterminer le SCR et il définit la formule standard de la manière suivante :

$$\text{SCR} = \text{BCSR} + \text{Adj} + \text{SCR}_{\text{OP}} + \text{SCR}_{\text{Part}}$$

où

BCSR = capital de solvabilité de base requis;

SCR_{op} = capital requis pour le risque opérationnel;

Adj = ajustement pour le risque qui absorbe l'effet de l'impôt différé;

SCR_{Part} = capital requis pour les participations stratégiques²⁹⁴.

Le BCSR jumelle le capital requis au titre du risque de marché, les risques de souscription en assurance-vie, et le risque de souscription en assurance autre que l'assurance-vie.

Pour ce qui est de l'étalonnage de la formule standard, le document *SA QIS3 Technical Specifications* précise ce qui suit :

[traduction] « Le SCR doit correspondre à la VaR des fonds de base d'une société d'assurances ou de réassurance, sous réserve d'un niveau de confiance de 99,5 % sur une période d'un an. Les paramètres et hypothèses utilisés pour le calcul du SCR tiennent compte de cet objectif d'étalonnage.

Pour que les différents modules de la formule standard soient uniformément étalonnés, l'objectif d'étalonnage s'applique à chaque module de risque.

Aux fins de l'agrégation de chaque module de risque dans un SCR global, des techniques de corrélation linéaire sont appliquées. La mise en place de coefficients de corrélation a pour but

²⁹³ FSB. « Solvency Assessment and Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications », page 8, page consultée le 18 janvier 2014.

<https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SA%20QIS3%20Technical%20Specifications.pdf>.

²⁹⁴ FSB. « Solvency Assessment and Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications », pp. 110-116, page consultée le 18 janvier 2014.

<https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SA%20QIS3%20Technical%20Specifications.pdf>.

de tenir compte des liens éventuels aux extrémités des distributions, et de la stabilité des hypothèses de corrélation dans des situations de crise²⁹⁵. »

Risque opérationnel et SA QIS3²⁹⁶

La section SCR.4 du document *SA QIS3 Technical Specifications* traite du risque opérationnel. Dans cette section, le FSB indique que le module de risque opérationnel est conçu pour aborder les risques opérationnels dans la mesure où ces derniers ne sont pas pris en compte explicitement dans d'autres modules de risque. La formule envisagée dans la troisième étude d'impact quantitative est semblable à celle de Solvabilité II déjà décrite dans le présent document de recherche. À l'instar de la formule de Solvabilité II, les primes et provisions techniques utilisées pour les calculs sont sur une base brute (c.-à-d. avant les cessions en réassurance); en outre, les provisions techniques utilisées dans les calculs ne tiennent pas compte de la marge de risque. Le capital de solvabilité requis pour le risque opérationnel (SCR_{op}) est calculé ainsi :

$$SCR_{op} = \min\{0,3 \cdot BSCR; Op_i\} + 0,25 \cdot Exp_{ul}$$

où

BSCR = SCR de base;

Op_i = exigence de base pour risque opérationnel pour toutes les polices, à l'exception de l'assurance-vie, où le risque de placement est assumé par les titulaires de police.

Op est calculé ainsi

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

où

$$Op_{premiums} = 0,04 \cdot (Earn_{life} + Earn_{SLT\ Health} - Earn_{life-ul}) + 0,03 \cdot Earn_{nl} + \\ \text{Max}(0, 0,04 \cdot (Earn_{life} - 1,1 \cdot pEarn_{life} - (Earn_{life-ul} - 1,1 \cdot pEarn_{life-ul}))) + \\ \text{Max}(0, 0,03 \cdot (Earn_{nl} - 1,1 \cdot pEarn_{nl}));$$

$$Op_{provisions} = 0,0045 \cdot \text{Max}(0, TP_{life} - TP_{life-ul}) + 0,03 \cdot \text{Max}(0, TP_{nl});$$

$Earn_{life}$ = primes acquises au cours des 12 derniers mois pour les obligations en assurance-vie;

$Earn_{life-ul}$ = primes acquises au cours des 12 derniers mois pour les obligations en assurance-vie lorsque le risque de placement est assumé par les titulaires de police;

$Earn_{nl}$ = primes acquises au cours des 12 derniers mois pour les obligations autres qu'en assurance-vie;

$pEarn_{life}$ = primes acquises au cours des 12 mois précédant les 12 derniers mois pour les obligations en assurance-vie;

$pEarn_{life-ul}$ = primes acquises au cours des 12 mois précédant les 12 derniers mois pour les obligations en assurance-vie lorsque le risque de placement est assumé par les titulaires de police;

²⁹⁵ FSB. « Solvency Assessment and Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications », pp. 112, page consultée le 18 janvier 2014.

<https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SA%20QIS3%20Technical%20Specifications.pdf>.

²⁹⁶ Ibid., pp. 124-126.

$p\text{Earn}_{ni}$ = primes acquises au cours des 12 mois précédant les 12 derniers mois pour les obligations autres qu'en assurance-vie;

TP_{life} = obligations en assurance-vie;

$\text{TP}_{\text{life-ul}}$ = obligations en assurance-vie lorsque le risque de placement est assumé par les titulaires de police;

TP_{ni} = obligations autres qu'en assurance-vie;

EXP_{ul} = montant des dépenses annuelles engagées au cours des 12 derniers mois au titre de l'assurance-vie lorsque le risque de placement est assumé par les titulaires de police.

Suisse et test suisse de solvabilité (SST)

Sources

Cette section du présent document de recherche repose en grande partie sur le document intitulé *Swiss Financial Market Supervisory Authority FINMA (FINMA) Circular 2008/44 SST (SST Circular)* (la circulaire)²⁹⁷.

- *Insurance Supervision Act (ISA; SR 961.01)*;
- *Insurance Supervision Ordinance (ISO; SR 961.11)*;
- *Circular 2008/44 SST - Swiss Solvency Test (SST)*, référence FINMA Circ. 08/44 « SST », diffusée le 28 novembre 2008 et entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2009 (désignée *SST Circular*).

Contexte et introduction générale

Conformément aux dispositions de l'*Insurance Supervision Act (ISA; SR 961.01)* et de l'*Insurance Supervision Ordinance (ISO; SR 961.11)*, qui sont toutes deux entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2006, la FINMA évalue la solvabilité des sociétés d'assurances situées en Suisse, et de leurs succursales, conformément au test suisse de solvabilité (SST). La circulaire précise les règles de l'ISA et du SST. Elle mentionne ce qui suit :

« Pour déterminer le CC [capital cible], les entreprises d'assurance doivent utiliser dans le cadre du SST un modèle de risques approprié. Il s'agit soit du modèle standard défini par la FINMA soit d'un modèle interne. Il convient d'utiliser un modèle interne lorsque le modèle standard n'est pas à même d'intégrer de manière adéquate tous les risques pertinents de l'entreprise d'assurance.

...

Les groupes, ainsi que les entreprises de réassurance doivent développer un modèle interne sous réserve d'exceptions approuvées individuellement.

²⁹⁷ La circulaire sur le SST remonte au 28 novembre 2008, et elle est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2009; les dernières modifications y ont été apportées le 1^{er} juin 2012. <http://www.finma.ch/f/regulierung/Documents/finma-rs-2008-44-f.pdf>.

Si le modèle standard est utilisé, les paramètres appliqués doivent être adaptés par l'entreprise d'assurance s'ils ne correspondent qu'insuffisamment à la situation en matière de risques spécifique de l'entreprise d'assurance. Les adaptations doivent être documentées, Elles doivent être justifiées à l'égard de la FINMA de façon à ce qu'elle puisse les vérifier et sont approuvées par elle si elles sont appropriées²⁹⁸. »

Principales caractéristiques du SST

Les principales caractéristiques du SST sont les suivantes :

- Bilan conforme à la situation du marché – les sociétés d'assurances doivent déterminer et évaluer tous les actifs et les passifs conformément aux principes économiques, et ce, d'une manière conforme à la situation du marché.
- Catégories de risque désignées – La circulaire précise les risques minimaux qui doivent être pris en compte, notamment les risques d'assurance, de marché et de crédit. Des exemples de risque d'assurance sont précisés pour les sociétés d'assurance-vie, d'assurance autre que l'assurance-vie et d'assurance maladie. Le risque aléatoire et le risque des paramètres doivent être modélisés.
- Mesure du risque au niveau de confiance de 99 % – La mesure pertinente du risque est constituée de la lacune attendue du changement au chapitre du capital à risque, assortie d'un niveau de confiance de 99 % et d'un horizon d'un an.
- Analyse de scénarios annuelle – Outre les scénarios précisés par la FINMA, une société d'assurances doit définir ses propres scénarios en tenant compte de sa propre situation au plan des risques. Les résultats de l'analyse de scénarios devraient être intégrés au cadre de gestion des risques de l'assureur.
- Inclusion d'une marge de risque – La marge de risque se définit comme le coût du capital visant à couvrir le capital à risque jusqu'à l'échéance des obligations de la société d'assurances. Selon la circulaire, la marge de risque vise le but suivant : « Selon l'art. 42, al. 4, la valeur proche du marché des engagements actuariels est égale à la somme de la valeur estimative escomptée la meilleure possible et du montant minimum²⁹⁹. » Le capital cible est donc plus élevé que le capital à risque d'un an dans la proportion de la marge de risque.
- Rapport annuel – Les sociétés d'assurances doivent déterminer le capital cible et le capital à risque au moins une fois par année et transmettre leurs constatations à la FINMA dans un rapport exhaustif sur le SST. Le contenu requis pour le rapport sur le SST est énoncé dans la circulaire.

Le risque opérationnel et le SST

Le risque opérationnel ne constitue pas une catégorie de risque désignée dans le SST. La circulaire indique ce qui suit :

« Jusqu'à présent, l'entreprise d'assurance saisit et évalue les risques opérationnels sous sa propre responsabilité et discute périodiquement les résultats de cette évaluation avec la

²⁹⁸ FINMA. « Circulaire 2008/44 SST – Test Suisse de Solvabilité (SST) », 28 novembre 2008, pp. 13 et 17.

<https://www.finma.ch/f/regulierung/Documents/finma-rs-2008-44-f.pdf>.

²⁹⁹ Ibid., p. 11.

FINMA. Actuellement, il n'est généralement pas exigé de prise en compte quantitative du risque opérationnel dans le SST, sauf si l'entreprise d'assurance devait y être expressément invitée par la FINMA pour des motifs graves. Les risques opérationnels doivent être pris en considération de manière appropriée dans le cadre de la gestion des risques. La FINMA examine un développement du SST en vue d'une saisie quantitative systématique des risques opérationnels³⁰⁰. »

Le risque opérationnel est traité au plan qualitatif dans l'Évaluation suisse de la qualité (SQA), qui se compose de deux questionnaires annuels, – l'outil de gouvernance d'entreprise pour la SQA et l'outil de gestion des risques et de contrôle interne de la SQA³⁰¹. L'Office fédéral des assurances privées (OFAP) décrit ainsi la SQA :

« Avec le Swiss Solvency Test (SST), le Swiss Quality Assessment (SQA) forme un élément central de la nouvelle surveillance des assurances introduite par la *Loi sur la surveillance des assurances* (LSA) au 1.1.2006. L'OFAP regroupe ces instruments de surveillance modernes avec les moyens de surveillance traditionnels dans le cadre d'un concept global moderne et intégré, orienté sur les défis de la branche de l'assurance et qui renforce dans le même temps la protection des assurés.

Les objets principaux de la surveillance qualitative des assurances sont le gouvernement d'entreprise, la gestion des risques et le contrôle interne. Il faut relever qu'une évaluation qualitative ne peut en principe pas être effectuée sans le concours actif des entreprises d'assurance. Le surveillant table dès lors sur l'association des entreprises et choisit à cet effet la méthode de l'auto-évaluation³⁰². »

États-Unis

Principales sources d'information

La présente section a été préparée principalement à partir des sources suivantes de la NAIC :

- L. Felice, et S. Hall. *The Increasing Importance of Sound Operational Risk Management*, Bulletin du CIPR, NAIC et le Center for Insurance Policy and Research (CIPR), octobre 2013;
- S. Hall. *The use of Internal Models in U.S. Insurance Regulation*, Bulletin du CIPR, NAIC et CIPR, octobre 2013;
- NAIC. *Risk-Based Capital General Overview*, 15 juillet 2009;
- NAIC et CIPR. *Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)*, dernière mise à jour le 2 mai 2014;
- NAIC et CIPR. *Risk-Based Capital*, dernière mise à jour le 14 mai 2014.

³⁰⁰ FINMA. « Circulaire 2008/44 SST –Test Suisse de Solvabilité (SST) », 28 novembre 2008, p. 16.

<https://www.finma.ch/fr/regulierung/Documents/finma-rs-2008-44-f.pdf>.

³⁰¹ H. Furrer. « Swiss Solvency Test – Where to from now? », exposés de FINMA, 28 février 2012, p. 13.

http://www.ccfz.ch/files/prmia_furrer_hansjoerg_28_february_public.pdf.

³⁰² <http://www.finma.ch/archiv/bpv/f/themen/01345/index.html?lang=fr>, page consultée le 10 février 2014.

Contexte et introduction générale

La NAIC utilise un système de capital axé sur le risque (RBC) depuis le début des années 1990 pour les sociétés d'assurances des États-Unis. Le document de la NAIC intitulé *Risk-Based Capital General Overview* mentionne ce qui suit :

[traduction] « Le régime de capital axé sur les risques (RBC) de la NAIC a été instauré au début des années 1990 à titre de système de pré-alerte pour les organismes de réglementation du secteur des assurances des États-Unis. L'adoption de ce système aux États-Unis découle d'une série de cas d'insolvabilité de grandes sociétés à la fin des années 1980 et au début des années 1990. La NAIC a mis sur pied un groupe de travail chargé d'examiner la possibilité d'établir une exigence réglementaire de capital axé sur les risques pour les assureurs. Le régime RBC a été mis au point pour établir une norme de suffisance du capital tenant compte du risque, qui applique un filet de sécurité à l'intention des sociétés d'assurances; celui-ci est uniforme pour les États et il donne des pouvoirs de réglementation aux fins d'une intervention rapide.

...

La formule du capital axé sur les risques a été mise au point à titre d'outil supplémentaire pour aider les organismes de réglementation à effectuer une analyse financière des sociétés d'assurances. La formule a pour but d'établir une exigence minimale de capital reposant sur les types de risque auxquels s'expose une société. Des modèles distincts ont été élaborés pour chacune des branches principales d'assurance : l'assurance-vie, les assurances IARD, l'assurance maladie et les secours mutuels, de manière à tenir compte des différences entre les sociétés au chapitre du contexte économique³⁰³. »

Dans sa description du RBC, la NAIC mentionne qu'il se veut une norme minimale de capital réglementaire et pas nécessairement le montant intégral de capital qu'un assureur souhaiterait conserver pour atteindre ses objectifs de sécurité et de concurrence. En outre, la NAIC indique que le RBC n'a pas pour but d'être utilisé comme outil indépendant pour calculer la solvabilité financière d'une société d'assurances³⁰⁴.

Risques pris en compte dans le calcul du RBC

Des modèles distincts de RBC s'appliquent aux sociétés d'assurance-vie, aux sociétés d'assurances IARD et aux organismes du secteur de la santé. Ces modèles reflètent les différences au chapitre des risques et du contexte économique particulier qui influencent ces divers types de sociétés d'assurances. Parmi les risques courants détectés dans les modèles du RBC, mentionnons :

- le risque lié à l'actif – sociétés affiliées;
- le risque lié à l'actif – autres entités (y compris le risque de crédit, le risque de taux d'intérêt et le risque de marché);

³⁰³ NAIC. « Risk-Based Capital », dernière mise à jour le 26 août 2014.

http://www.naic.org/cipr_topics/topic_risk_based_capital.htm, page consultée le 28 octobre 2014.

³⁰⁴ NAIC. « Risk-Based Capital », dernière mise à jour le 14 mai 2014.

http://www.naic.org/cipr_topics/topic_risk_based_capital.htm, page consultée le 25 juin 2014.

- le risque de souscription ou risque d'assurance;
- le risque d'entreprise.

Modèles internes

Pour ce qui est de l'utilisation de modèles internes pour la réglementation des sociétés d'assurances des États-Unis, la NAIC mentionne ce qui suit :

[traduction] « Contrairement au secteur des services bancaires, les organismes de réglementation des assurances des États ont adopté une approche prudente et ciblée en matière de modèles internes, et ils prennent des mesures pour intégrer des modèles internes au fur et à mesure, tout en maintenant certains contrôles au fil de la mise en œuvre des modèles. La NAIC a intégré des modèles à son régime de capital axé sur les risques (RBC) pour la première fois il y a plus de 20 ans. Ce régime limite la modélisation à des produits et modèles très particuliers dans le cadre d'une approche par ailleurs standardisée. Les modèles partiels se limitent actuellement aux produits d'assurance-vie et aux rentes, assortis de garanties sous réserve de risque de taux d'intérêt et de fluctuation sur le marché.

Les modèles sont également utilisés pour l'évaluation des flux monétaires, les simulations de crise et les analyses de scénarios; à l'avenir, le RBC au titre du risque de catastrophe fera usage de modèles internes³⁰⁵. »

Reconnaissance du risque opérationnel dans la réglementation d'assurance des États-Unis

Dispositif ORSA

En 2008, la NAIC a lancé l'Initiative de modernisation de la solvabilité (SMI) dans le but d'examiner de façon critique et de mettre à jour le cadre de surveillance des États-Unis à l'intention des sociétés d'assurances. Les principaux secteurs sur lesquels se concentre le SMI englobent le capital requis, la gouvernance et la gestion des risques. La NAIC en est venue à la conclusion que le RBC demeurera la fonction de filet de sécurité pour la solvabilité, mais que d'autres évaluations du capital en vue d'estimer la solvabilité de façon prospective seront nécessaires; ces ajouts seront inclus dans le dispositif ORSA.

La NAIC décrit l'ORSA de la façon suivante :

[traduction] « Essentiellement, un dispositif ORSA est un processus interne appliqué par une société d'assurances ou un groupe d'assureurs en vue d'évaluer la suffisance de la gestion de ses risques et sa position en matière de solvabilité actuelle et future dans des situations normales et de scénarios de crise grave. En vertu d'un tel dispositif, les sociétés d'assurances doivent analyser tous les risques importants raisonnablement prévisibles et pertinents (c.-à-d. le risque de souscription, le risque de crédit, le risque de marché, le risque

³⁰⁵S. Hall. « The Use of Internal Models in U.S. Insurance Regulation », NAIC et Center for Insurance Policy and Research, octobre 2013, p. 23. http://www.naic.org/cipr_newsletter_archive/vol9_internal_models.pdf.

opérationnel, les risques de liquidité, etc.) qui pourraient influencer sur la capacité de la société d'assurances à respecter ses obligations envers ses titulaires de police³⁰⁶. »

La notion de l'ORSA est enchâssée dans les PBA de l'AICA et elle en est à diverses étapes de mise en œuvre aux États-Unis, en Europe, et dans d'autres pays. Aux États-Unis, les sociétés d'assurances de grande et moyenne envergure devront effectuer périodiquement des évaluations ORSA à compter de 2015.

La plus récente mise à jour de l'*ORSA Guidance Manual* de la NAIC remonte à mars 2013 et elle ne compte aucune consigne explicite pour la prise en compte du risque opérationnel. Néanmoins, ce risque est spécialement intégré aux exemples de risques importants qui doivent être évalués par les sociétés d'assurances; d'autres risques désignés comprennent les risques de crédit, de marché, de liquidité et de souscription.

Formule du RBC

En octobre 2013, la NAIC a déclaré ce qui suit au sujet de l'intégration de la reconnaissance du risque opérationnel dans la formule du RBC :

[traduction] « Les organismes de réglementation des États, qui œuvrent de concert au sein de la NAIC, ont tenté de déterminer s'il est possible et, dans l'affirmative, comment intégrer plus explicitement les volets interne et externe du risque opérationnel aux formules de calcul du capital axé sur les risques (RBC). En 2013, le Groupe de travail de la suffisance du capital (E) s'est concentré sur le risque opérationnel. Le Sous-groupe de la modernisation de la solvabilité (RBC), présidé par Alan Seeley, de l'Office of the Superintendent of Insurance du Nouveau-Mexique, a reçu le mandat suivant : [traduction] « Évaluer les options de mise au point d'une exigence pour risque opérationnel dans chaque formule du RBC et formuler une recommandation au Groupe de travail de la suffisance du capital (E) au sujet du traitement du risque opérationnel dans les formules du RBC.

...

Les objectifs à court terme du Sous-groupe comprennent : l'établissement de valeurs approximatives pertinentes de l'exposition au risque; la mise au point d'une exigence factorielle de capital simple à l'intérieur des formules du RBC dès 2014; et le lancement d'un processus permettant de déterminer la façon et l'endroit où les formules actuelles du RBC pourraient aborder le risque opérationnel. À long terme (trois à cinq ans après la mise en œuvre), le Sous-groupe prévoit de donner suite et de participer à l'amélioration et à l'utilisation d'une base de données sur le risque opérationnel et d'autres volets qualitatifs éventuels qui pourraient déboucher sur une approche de RBC davantage sensible au risque³⁰⁷. »

³⁰⁶ « Own Risk and Solvency Assessment (ORSA) », NAIC et Center for Insurance Policy and Research, dernière mise à jour le 18 août 2014. http://www.naic.org/cipr_topics/topic_own_risk_solvency_assessment.htm.

³⁰⁷ Felice, L., et S. Hall. « The Increasing Importance of Sound Operational Risk Management », NAIC et le Center for Insurance Policy and Research, octobre 2013, p. 5. http://www.naic.org/cipr_newsletter_archive/vol9_op_risk_management.pdf.

Autres pays

Sources

Cette section du présent document de recherche repose sur les deux rapports suivants :

- Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013;
- KPMG. « Evolving Insurance Regulation – A new dawn », mars 2013;
- M. McHugh. « Introduction of a new risk-based capital framework in Singapore – Convergence or divergence in relation to Solvency II? », Munich Re, décembre 2013.

Les deux premiers rapports renferment des sommaires d'exigences réglementaires existantes pour les assureurs dans les principaux pays du monde. Le dernier rapport met l'accent sur les plus récentes propositions concernant un cadre de capital axé sur les risques à Singapour.

Brésil

L'autorité de réglementation des assurances du Brésil est la Surintendance de l'assurance privée (SUSEP), SUSEP [traduction] « est chargée de la surveillance et du contrôle des assurances, des caisses de retraite privées ouvertes et des marchés de capitalisation au Brésil³⁰⁸. » SUSEP a pris part à la modernisation de ses procédures de surveillance et de réglementation dans le but de les rendre compatibles avec les normes internationales. À l'origine, SUSEP avait décidé de ne pas mettre en œuvre Solvabilité II à titre de cadre. Elle mettait toutefois en œuvre les règles et directives nécessaires pour gérer chaque catégorie de risque sur une base individuelle. Il est bien entendu que cette décision était attribuable au niveau de maturité des opérateurs du marché et aux contraintes de placement qui pourraient découler d'une approche de mise en œuvre du cadre, tout particulièrement pour les petites sociétés d'assurances. SUSEP a déjà émis des directives se rapportant à la gestion du risque d'assurance, du risque de crédit et du risque de marché. La gestion du risque opérationnel a fait l'objet de longues discussions sur le marché et une réglementation connexe devait entrer en vigueur en 2013.

À la fin de janvier 2014, SUSEP a présenté à l'AEAPP une demande d'équivalence Solvabilité II pour son régime de solvabilité des assurances. En date de mars 2014, des négociations étaient en cours entre l'AEAPP et SUSEP au sujet d'une entente visant à évaluer le niveau de conformité du cadre réglementaire des assurances du Brésil avec les règles de Solvabilité II à venir.

Japon

Pour les sociétés d'assurance-vie, l'exigence réglementaire du Japon en matière de solvabilité comprend une exigence de capital pour le risque opérationnel qui est reconnue dans le capital à risque lié à la gestion (MRC). Le MRC est calculé de la manière suivante :

$$\text{MRC} = (R1 + R2 + R3 + R7 + R8) \times (\text{facteur de risque})$$

³⁰⁸ <http://www.susep.gov.br/english-susep/index>, page consultée le 19 janvier 2014.

où

R1 = capital à risque pour le risque d'assurance;

R2 = capital à risque pour le capital lié au risque d'intérêt créditeur;

R3 = capital à risque pour le risque lié à l'actif;

R7 = capital à risque pour les produits à versement de garanties minimales;

R8 = capital à risque pour le risque d'assurance se rapportant à des produits du secteur tertiaire;

Facteur de risque = 3 % dans les cas où le bénéfice de l'année représente une valeur négative, et 2 % lorsque le bénéfice de l'année est une valeur positive ou zéro.

Chine, Hong Kong et Taïwan

Corrigan et Luraschi mentionnent que la Chine et Hong Kong n'imposent pas d'exigences particulières de capital pour le risque opérationnel. Le régime de Taïwan à l'égard du capital axé sur les risques précise une exigence de capital pour le risque opérationnel (C4) qui correspond à :

$$C4 = x \% \text{ du revenu-primés} + 0,25 \% \text{ de l'actif sous gestion}$$

où

$x = 0,5 \%$ pour les polices d'assurance-vie, 1% pour les rentes et $1,5 \%$ pour tous les autres produits.

Corée

En Corée, la notion du capital axé sur les risques (RBC) a été mise en œuvre en avril 2011, après une période de transition au cours de laquelle les sociétés d'assurances pouvaient décider d'appliquer l'ancienne approche de la marge de solvabilité jusqu'en mars 2011. En vertu du régime actuel du RBC, un modèle standard est utilisé pour mesurer le capital au titre du risque d'assurance, du risque de marché, du risque de taux d'intérêt, du risque de crédit et du risque opérationnel.

Pour différencier et gérer le risque à l'échelle de la société, la mise en œuvre d'un modèle de capital économique interne a récemment été encouragée par les organismes de réglementation. Ces derniers ont élaboré de façon proactive des normes de qualification pour les modèles internes et ils ont publié les manuels connexes pour son processus d'approbation, tandis qu'un groupe de travail représentant les grandes sociétés d'assurances de Corée a également été constitué afin d'en coordonner la mise en place.

Russie

Le dernier pays ayant fait l'objet d'un examen de Corrigan et Luraschi est la Russie. Les auteurs mentionnent :

[traduction] « Aucune exigence détaillée sur le risque opérationnel n'est disponible en Russie. Toutefois, il existe des cadres de gestion du risque opérationnel qui précisent que le risque opérationnel doit être contrôlé par le siège social de la société d'assurances. Ce contrôle devrait comprendre la collecte de données sur les pertes, la mise à l'essai des

systèmes opérationnels (au moins aux six mois), et l'utilisation du transfert de risque opérationnel à des tiers, le cas échéant. Contrairement à la pratique habituelle, le risque juridique est pris en compte séparément du risque opérationnel (de même que le risque stratégique et le risque d'atteinte à la réputation)³⁰⁹. »

Singapour

En 2012, la Monetary Authority of Singapore (MAS) a diffusé son premier document de consultation sur le capital axé sur les risques 2 (RBC 2), qui vise à améliorer l'exhaustivité de la garantie de risque et la sensibilité du cadre actuel au risque. Les propositions comprennent l'évaluation explicite de risques additionnels, y compris le risque opérationnel, l'étalonnage du régime à un niveau de suffisance de 99,5 % sur une période d'un an et deux niveaux d'intervention de solvabilité, qui s'harmonisent globalement avec la nouvelle pratique internationale. Il était prévu que les normes de RBC 2 seraient mises en œuvre à la fin de 2013, et seraient assorties d'une période de transition parallèle de deux ans avec le cadre actuel.

L'analyse qui suit au sujet du traitement proposé par la MAS pour le risque opérationnel repose sur une publication de Munich Re (décembre 2013), intitulée *Introduction of a new risk-based capital framework in Singapore – Convergence or divergence in relation to Solvency II?*, dont l'auteur est McHugh.

À Singapour, le capital requis est établi d'après le calcul des exigences de risque totales (TRR) qui est prévu dans le cadre d'une approche standardisée. À l'intérieur de cette approche, le capital requis pour chaque catégorie de risque désignée est actuellement calculé par application d'une approche factorielle.

McHugh a résumé les propositions actuelles de la MAS au titre du risque opérationnel et les critiques qui en découlent :

[traduction] « Le capital requis pour le risque opérationnel est établi à 4 % (0,25 % pour les produits liés aux unités) de la plus élevée des moyennes des trois dernières années a) du revenu des primes acquises et b) du passif brut des polices. Toutefois, cette valeur est limitée à un plafond de 10 % du TRR d'une société d'assurances (proposition 3).

La critique au sujet de la formule proposée comporte deux volets :

Premièrement, puisque la valeur de l'exigence de capital pour le risque opérationnel est fonction du volume, une hausse des primes imputable à une augmentation des prix entraîne une hausse du capital requis. L'existence et la portée des contrôles de risque ne sont toutefois pas prises en compte. Deuxièmement, la formule n'établit pas de distinction entre les diverses branches d'assurance. La SAS [Singapore Actuarial Society] soutient que les différences au chapitre de la conception des produits pourraient se traduire par des différences en ce qui touche le risque opérationnel.

Une comparaison avec Solvabilité II révèle qu'au moins la première partie de la critique vise également le système de réglementation de l'Europe. À l'instar de RBC 2, l'exigence de capital pour le risque opérationnel en vertu de Solvabilité II représente la valeur la plus élevée entre a) les exigences axées sur les primes et b) les exigences axées sur les provisions. Toutefois, il existe deux différences importantes dans RBC 2. Premièrement,

³⁰⁹ Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, 13 février 2013, p. 63, <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

même si les exigences axées sur les primes ne dépendent que des primes, le régime européen intervient également pour la croissance au-delà d'un seuil de 20 %. Deuxièmement, contrairement à RBC 2, la composante axée sur les provisions établit une distinction entre deux branches d'assurance en appliquant une exigence pour le risque aux provisions pour l'assurance autre que l'assurance-vie qui correspond presque à sept fois l'exigence imposée aux produits d'assurance-vie. En principe, la deuxième partie de la critique susmentionnée n'est pas valable pour Solvabilité II³¹⁰. »

³¹⁰ M. McHugh. « Introduction of a new risk-based capital framework in Singapore – Convergence of divergence in relation to Solvency II? », Munich Re, décembre 2013, p. 3. http://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E-2113795143/mr/assetpool.shared/Documents/5_Touch/Publications/302-08131_en.pdf.

BIBLIOGRAPHIE

Adusei-Poku, K. « Operational Risk Management – Implementing a Bayesian Network for Foreign Exchange and Money Market Settlement », University of Göttingen, 2005. <http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AF0F-F/adusei-poku.pdf?sequence=1>.

Agena. « Intelligent solutions for quantifying Operational Risk », dans *Agena White Paper*, Agena Ltd., 2004. http://www.agenarisk.com/resources/technology_articles/Operational_Risk.pdf.

Alexander, Carol. « Bayesian Methods for Measuring Operational Risk », ISMA Centre, The Business School for Financial Markets, University of Reading, 2000. <http://www.icmacentre.ac.uk/pdf/discussion/DP2000-02.pdf>.

Alexander, Carol. « Chapter 14 Managing Operational Risks with Bayesian Networks », *Operational Risk: Regulation, Analysis, and Management*. Financial Times Prentice Hall, 2003. http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

Antonucci, A., A. Piatti et M. Zaffalon. « Credal Networks for Operational Risk Measurement and Management », Istituto “Dalle Molle” di Studi sull’Intelligenza Artificiale, Suisse, 2007. <http://www.idsia.ch/~alessandro/papers/antonucci2007c.pdf>.

Aquaro, V., M. Bardoscia, R. Bellotti, A. Consiglio, F. De Carlo et coll. « A Bayesian Networks Approach to Operational Risk », épreuve transmise à Physica A, février 2012. <http://arxiv.org/pdf/0906.3968v2.pdf>.

Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007. http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

About APRA. Australian Prudential Regulation Authority, page consultée le 6 janvier 2014. <http://www.apra.gov.au/AboutAPRA/Pages/Default.aspx>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Practice Guide GPG 230 – Operational Risk », Australian Prudential Regulation Authority, février 2006. <http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-GPG-230-Operational-Risk.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Practice Guide LPG 230 – Operational Risk », Australian Prudential Regulation Authority, mars 2007. <http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-LPG-230-Operational-Risk.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard GPS 110 Capital Adequacy », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013. <http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard GPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013. <http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-118-Capital-Adequacy-Operational-Risk-Charge-January-2013.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard LPS 110 Capital Adequacy », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013. <http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard LPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013.
<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-118-Capital-Adequacy-Operational-Risk-Charge-January-2013.pdf>.

About the Basel Committee. Banque des règlements internationaux, page consultée le 13 janvier 2014.
<http://www.bis.org/bcbs/about.htm>.

Bank of Japan. « Operational Risk Scenario Analysis Workshop », Bank of Japan, 2006.
http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/fsc0608a_add.htm/.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé –Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006.
<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA) », Banque des règlements internationaux, juillet 2009.
<https://www.bis.org/publ/bcbs160b.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011.
<http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Principles for the Sound Management of Operational Risk », Banque des règlements internationaux, juin 2011. <http://www.bis.org/publ/bcbs195.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk », Banque des règlements internationaux, juillet 2009. <http://www.bis.org/publ/bcbs160a.pdf>.

Introduction to the BMA. Bermuda Monetary Authority, page consultée le 10 janvier 2014.
<http://www.bma.bm/AboutUs/SitePages/Introduction%20to%20the%20BMA.aspx>.

Licensing. Bermuda Monetary Authority, page consultée le 10 janvier 2014.
<http://www.bma.bm/insurance/licensing/SitePages/Home.aspx>.

Bermuda Monetary Authority. « Guidance Note #17 – Commercial Insurer Risk Assessment », Bermuda Monetary Authority, novembre 2008. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20No.%2017%20-%20Commercial%20Insurer%20Risk%20Assessment.pdf>.

Bermuda Monetary Authority. « The Insurance Code of Conduct ». Bermuda Monetary Authority, février 2010.
<http://www.bma.bm/uploaded/The%20Insurance%20Code%20of%20Conduct.pdf>.

Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class C, Class D and Class E Solvency Requirement) Rules 2011 », Bermuda Monetary Authority, 2011.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Rules%202011.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Rules%202011.pdf).

Bermuda Monetary Authority. « Guidance Notes, Standards and application framework for the use of internal capital models for regulatory capital purposes – revised », Bermuda Monetary Authority, septembre 2012.
<http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20-%20Standards%20and%20Application%20Framework%20for%20the%20Use%20of%20Internal%20Capital%20Models%20for%20Regulatory%20Capital%20Purposes.pdf>.

- Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Insurance Group Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 – BR 114/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Insurance%20Group%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Insurance%20Group%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).
- Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class 3A Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 – BR 111/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%203A%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%203A%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).
- Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class C, Class D and Class E Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 BR 110/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).
- Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class 4 and Class 3B Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 – BR 112/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013.
[http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%204%20and%20Class%203B%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%204%20and%20Class%203B%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).
- Böcker, K., et C. Kluppelberg. « Operational VaR: a Closed-Form Approximation », 2005.
<http://mediatum.ub.tum.de/doc/1097579/1097579.pdf>.
- Cantle, N., D. Clark, J. Kent et H. Verheugen. « A brief overview of current approaches to operational risk under Solvency II », Milliman White Paper, juillet 2012. <http://uk.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/pdfs/current-approaches-operational-risk.pdf>.
- Chapelle, A., Y. Crama, G. Hübner et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32 (2008), octobre 2007, pp.1049-1061. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.
- Chavez-Demoulin, V., P. Embrechts et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la Federal Reserve Bank of Boston, mai 2005.
http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.
- Comité européen des assurances et des pensions professionnelles. « CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula – Article 111 (f) Operational Risk », CEIOPS-Doc-45/09, octobre 2009.
https://www.ceiops.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/consultationpapers/CP53/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-operational-risk.pdf.
- Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, février 2013. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.
- Dalla Valle, L., D. Fantazzini et P. Giudici. « Copulae and Operational Risks », *International Journal of Risk Assessment and Management*, 2008, vol. 9, n°3.
http://economia.unipv.it/pagp/pagine_personali/dean/FDG_final%20copula%20operational%20risk.pdf.
- Dexter, N., C. Ford, P. Jakahria, P. Kelliher, D. McCall et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du risque opérationnel en assurance-vie, 2006.
<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf>.
- Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, septembre 2010.
<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/10/10-10.pdf>.

Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, juillet 2012.

<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

Dutta, K.K., et J. Perry. « A tale of tails: An empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital », série de documents de travail, Federal Reserve Bank of Boston, n° 06-13, juillet 2006. <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/55646/1/514906588.pdf>.

Embrechts, P., H. Furrer, et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group*, *Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003.

<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

Embrechts, P., R. Kaufmann et G. Samorodnitsky. « Ruin Theory Revisited: Stochastic Models for Operational Risk », 2004.

Embrechts, P., J. Nešlehová et M.V. Wüthrich. « Additivity properties for Value-at-Risk under Archimedean dependence and heavy-tailedness », ETH Zurich, 2007.

http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/Emb_Nes_Wu_VaR_V4.pdf.

Embrechts, P., et G. Puccetti. « Aggregating Risk Capital, with an Application to Operational Risk », *The Geneva Risk and Insurance Review*, 2006, vol. 31, n°2.

Ergashev, B. « Should Risk Managers Rely on Maximum Likelihood Estimation Method While Quantifying Operational Risk? », février 2008.

Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. « Orientations pour l'examen des modèles internes lors de la phase de précandidature », EIOPA-CP-13/011, 2011.

https://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/guidelines/Pre_Application_of_Internal_Models/EIOPA_2013_00210000_FR_TRA.pdf.

Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. « EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency II », EIOPA-TFQIS5-11/001, mars 2011.

http://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/reports/QIS5_Report_Final.pdf.

Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. « Guidelines on System of Governance », EIOPA-CP-13/08, 2013.

https://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/guidelines/System_of_Governance/Final_EN_SoG_Clean.pdf.

Welcome to EIOPA, Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles, page consultée le 1^{er} janvier 2014. <https://eiopa.europa.eu/>.

Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. « Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (Solvabilité II) », *Journal officiel de l'Union européenne*, novembre 2009, articles 13, 101, 104 et 107, page consultée le 14 janvier 2014. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:335:0001:0155:FR:PDF>.

Evans, J., R. Womersley et D. Wong. « Operational risks in banks: an analysis of empirical data from an Australian bank », the Institute of Actuaries of Australia, 2007.

http://www.actuaries.asn.au/Library/Events/Conventions/2007/8.d_Conv07_Paper_Evans%20Womersley%20Wong_An%20Empirical%20Analysis%20of%20Operational%20Risk%20in%20Banks.pdf.

Felice, L., et S. Hall. « The Increasing Importance of Sound Operational Risk Management », Bulletin du CIPR, NAIC et le Center for Insurance Policy and Research (CIPR), octobre 2013.

http://www.naic.org/cjpr_newsletter_archive/vol9_op_risk_management.pdf.

Financial Services Board. « Solvency Assessment and Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications », 2014.

<https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SA%20QIS3%20Technical%20Specifications.pdf>.

Financial Services Board. « Solvency Assessment and Management 2013 Update », mars 2013.

<https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SAM%202013%20Update.pdf>.

About Us. Financial Services Board, page consultée le 18 janvier 2014.

<https://www.fsb.co.za/aboutUs/Pages/default.aspx>.

Frachot, A., P. Georges et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach for Operational Risk », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, avril 2001.

Frachot, A., O. Moudoulaud et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach in Practice », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, mai 2003. http://www.maths-fi.com/malliavin/loss_distribution_approach_in_practice_05_02_2003.pdf.

Furrer, H. « Swiss Solvency Test – Where to from now? », Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (FINMA), exposés de FINMA, février 2012.

http://www.ccfz.ch/files/prmia_furrer_hansjoerg_28_february_public.pdf.

Gourier, E., W. Farkas et D. Abbate. « Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice », dans *The Journal of Operational Risk*, (3-26), Volume 4/Numéro 3, automne 2009.

http://www.risk.net/digital_assets/4682/jop_v4n3a1.pdf.

Hall, S. « The Use of Internal Models in U.S. Insurance Regulation », National Association of Insurance Commissioners & the Center for Insurance Policy and Research, octobre 2013.

http://www.naic.org/cipr_newsletter_archive/vol9_internal_models.pdf.

Comité de la réglementation des assurances de l'Association Actuarielle Internationale. « Stress Testing and Scenario Analysis », juillet 2013.

http://www.actuaries.org/CTTEES_SOLV/Documents/StressTestingPaper.pdf.

IAIS Glossary, Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&requesttimeout=500>.

Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », 1^{er} octobre 2011, y compris des modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

About the IAIS. Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.iaisweb.org/About-the-IAIS-28>.

Section conjointe de la gestion des risques de la Society of Actuaries, de l'Institut canadien des actuaires et de la Casualty Actuarial Society. « A New Approach for Managing Operational Risk », juillet 2010.

<http://www.soa.org/Files/Research/Projects/research-new-approach.pdf>.

Kelliher, P.O.J., D. Wilmot, J. Vij et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour l'Institute and Faculty of Actuaries, janvier 2011.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

KPMG et Operational Riskdata eXchange Association. « Preparing for the Unexpected - Leading Practices for Operational Risk Scenarios », mars 2011.

KPMG. « *Global EC Survey – Presentation to the FSA* », Global Economic Capital Modeling Survey of Insurers, avril 2012.

KPMG. « Operational risk – Industry update », Global Economic Capital Modeling Survey of Insurers, octobre 2013.

Lambrigger, D.D., P.V. Shevchenko et M.V. Wuthrich. « *The Quantification of Operational Risk using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinions* », juillet 2007. [http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/\\$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf).

Solvency II, Lloyds, page consultée le 16 janvier 2014. <http://www.lloyds.com/the-market/operating-at-lloyds/solvency-ii>.

Masliah, Maurice R. « Stationarity/Nonstationarity Identification », ETC-Lab, University of Toronto, page consultée le 20 janvier 2014. <http://etclab.mie.utoronto.ca/people/moman/Stationarity/stationarity.html>.

McHugh, M. « Introduction of a new risk-based capital framework in Singapore – Convergence or divergence in relation to Solvency II? », Munich Re, décembre 2013. http://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E-2113795143/mr/assetpool.shared/Documents/5_Touch_Publications/302-08131_en.pdf.

McNeil, A.J., et T. Saladin. « The Peaks over Thresholds Method for Estimating High Quantiles of Loss Distributions », avril 2007. <http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/ftp/cairns.pdf>.

Moscadelli, M. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banca D'Italia, juillet 2004. http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

National Association of Insurance Commissioners. « Risk-Based Capital », plus récente mise à jour le 26 août 2014. http://www.naic.org/cipr_topics/topic_risk_based_capital.htm.

About the NAIC. National Association of Insurance Commissioners, page consultée le 6 janvier 2014. http://www.naic.org/index_about.htm.

National Association of Insurance Commissioners. « Own Risk and Solvency Assessment (ORSA) », National Association of Insurance Commissioners & the Center for Insurance Policy and Research. http://www.naic.org/cipr_topics/topic_own_risk_solvency_assessment.htm.

Neil, M., D. Häger et L.B. Andersen. « Modeling operational risk in financial institutions using hybrid dynamic Bayesian networks », dans *The Journal of Operational Risk* (3-33), Volume 4/numéro 1, printemps 2009. http://bayes.customer3.netflexapp.no/media/jop_v4n1a1.pdf.

Neil, M., D. Marquez et N. Fenton. « Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », *The Capco Institute – Journal for Financial Transformation*, page consultée le 24 janvier 2014. http://www.eecs.qmul.ac.uk/~martin/index_files/capco%20paper.pdf.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Document de travail sur les modifications proposées par le BSIF au cadre de capital réglementaire des sociétés d'assurances multirisques fédérales », mai 2013. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/Docs/MCTDC.pdf>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », section 7.1, septembre 2014, page consultée le 22 octobre 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015.aspx#Toc-7.1>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Ligne directrice Test du capital minimal (TCM) », septembre 2014, page consultée le 22 octobre 2014. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015-let.aspx>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Ligne directrice – Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », janvier 2013. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Docs/mct2013.pdf>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Ligne directrice – Montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent (MMPRCE) des sociétés d'assurance-vie », janvier 2013. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Docs/MCCSR2013.pdf>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Approche standard du calcul des exigences de capital – Étude d'impact quantitative n° 5 » novembre 2013, page consultée le 18 janvier 2014. http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/pp-do/Pages/qis5_let.aspx.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Approche standard du calcul des exigences de capital – Étude d'impact quantitative n° 5 – Sommaire – Feuilles de calculs (version 2) », novembre 2013, page consultée le 18 janvier 2014. http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/pp-do/Pages/qis5_index.aspx.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », janvier 2015, page consultée le 29 septembre 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015.aspx>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Cadre de surveillance », décembre 2010, page consultée le 27 février 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rai-eri/sp-ps/Pages/sff.aspx#18>.

BSIF, Bureau du surintendant des institutions financières, page consultée le 16 janvier 2014. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Pages/default.aspx>.

Opdyke, J.D., et A. Cavallo. « Estimating Operational Risk Capital: The Challenges of Truncation, the Hazards of MLE, and the Promise of Robust Statistics », dans *The Journal of Operational Risk*, janvier 2012.

Operational Riskdata eXchange Association. « Operational Risk Reporting Standards (ORRS) – Edition 2011 », 12 juillet 2012.

About ORX. Operational Riskdata eXchange Association, page consultée le 6 janvier 2014. <http://www.orx.org/pages/AboutORX.aspx>.

ORX Data, Operational Riskdata eXchange Association, page consultée le 23 juin 2014. <http://www.orx.org/Pages/ORXData.aspx>.

Prudential Regulation Authority. « Policy: Europe & UK – Pillar 1 Capital adequacy », Bank of England, juin 2013. <http://www.bankofengland.co.uk/pradocuments/solvency2/pillar1.pdf>.

Solvency II, Prudential Regulation Authority, Bank of England, page consultée le 16 janvier 2014. <http://www.bankofengland.co.uk/pradocuments/solvency2/default.aspx>.

Ramamurthy, S., H. Arora et A. Ghosh. « Operational Risk Probabilistic Networks – An Application to Corporate Actions Processing », Infosys, livre blanc, novembre 2005. <http://www.infosys.com/industries/financial-services/white-papers/documents/operational-risk-probabilistic-networks.pdf>.

Rosengren, Eric. « Scenario Analysis and the AMA », Federal Reserve Bank of Boston, juillet 2006. http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/data/fsc0608be9.pdf.

Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operational risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, Ébauche de document de travail, 2008.

http://www.melbournecentre.com.au/WorkingPaper_part1_Sanford_Moosa2008.pdf.

Page d'accueil – English SUSEP. Superintendence of Private Insurance, page consultée le 19 janvier 2014. <http://www.susep.gov.br/english-susep/index>.

Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (Suisse) FINMA. « Circulaire 2008/44 SST –Test Suisse de Solvabilité (SST) », novembre 2008. <https://www.finma.ch/f/regulierung/Documents/finma-rs-2008-44-f.pdf>.

Swiss Quality Assessment (SQA). Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (Suisse) FINMA, page consultée le 10 février 2014. <http://www.finma.ch/archiv/bpv/f/themen/01345/index.html?lang=fr>.

Tripp, M.H., H.L. Bradley, R. Devitt, G.C. Orros, G.L. Overton et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du General Insurance Research Organization, mars 2004. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

van den Heever, R., et J. Slawski. « Operational risk management », exposé à l'occasion de la Convention de l'Actuarial Society of South Africa de 2011, novembre 2011.

<http://www.actuarialsociety.org.za/Portals/2/Documents/Convention-OperationalRiskManagement-RH-JS-2011.pdf>.

Yoon, Y.K. « Modelling Operational Risk in Financial Institutions Using Bayesian Networks », Faculty of Actuarial Science and Statistics, Cass Business School, Londres, mai 2003.

http://www.scor.com/images/stories/pdf/library/actuarial-prize/2004_UK_YewKhuenYoon.pdf.

Bibliographie par sujet

Outil statistique et son utilisation pour modéliser les risques opérationnels

Dalla Valle, L., D. Fantazzini et P. Giudici. « Copulae and Operational Risks », *International Journal of Risk Assessment and Management*, 2008, vol. 9, n°3.

http://economia.unipv.it/pagp/pagine_personali/dean/FDG_final%20copula%20operational%20risk.pdf.

Fonctions – Autorités de surveillance

About APRA. Australian Prudential Regulation Authority, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.apra.gov.au/AboutAPRA/Pages/Default.aspx>.

About ORX. Operational Riskdata eXchange Association, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.orx.org/pages/AboutORX.aspx>.

About the Basel Committee. Banque des règlements internationaux, page consultée le 13 janvier 2014.

<http://www.bis.org/bcbs/about.htm>.

About the IAIS. Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.iaisweb.org/About-the-IAIS-28>.

About the NAIC. National Association of Insurance Commissioners, page consultée le 6 janvier 2014.

http://www.naic.org/index_about.htm.

About Us. Financial Services Board, page consultée le 18 janvier 2014.

<https://www.fsb.co.za/aboutUs/Pages/default.aspx>.

Introduction to the BMA. Bermuda Monetary Authority, page consultée le 10 janvier 2014.

<http://www.bma.bm/AboutUs/SitePages/Introduction%20to%20the%20BMA.aspx>.

Page d'accueil – English SUSEP. Superintendence of Private Insurance, page consultée le

19 janvier 2014. <http://www.susep.gov.br/english-susep/index>.

BSIF, Bureau du surintendant des institutions financières, page consultée le 16 janvier 2014. [http://www.osfi-](http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Pages/default.aspx)

[bsif.gc.ca/Fra/Pages/default.aspx](http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Pages/default.aspx).

Welcome to EIOPA, Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles, page consultée le 1^{er} janvier 2014. <https://eiopa.europa.eu/>.

Autres

About ORX. Operational Riskdata eXchange Association, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.orx.org/pages/AboutORX.aspx>.

Bank of Japan. « Operational Risk Scenario Analysis Workshop », Bank of Japan, 2006.

http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/fsc0608a_add.htm/.

IAIS Glossary, Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance, page consultée le 6 janvier 2014.

<http://www.iaisweb.org/index.cfm?pageID=47&requesttimeout=500>.

Maslah, Maurice R. « Stationarity/Nonstationarity Identification », ETC-Lab, University of Toronto, page

consultée le 20 janvier 2014. <http://etclab.mie.utoronto.ca/people/moman/Stationarity/stationarity.html>.

McHugh, M. « Introduction of a new risk-based capital framework in Singapore – Convergence or divergence in relation to Solvency II? », Munich Re, décembre 2013.

http://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E-2113795143/mr/assetpool.shared/Documents/5_Touch/Publications/302-08131_en.pdf.

ORX Data, Operational Riskdata eXchange Association, page consultée le 23 juin 2014.

<http://www.orx.org/Pages/ORXData.aspx>.

Systèmes de classification des risques

Kelliher, P.O.J., D. Wilmot, J. Vij et P.J.M. Klumpes. « A common risk classification system for the actuarial profession – a discussion paper », préparé pour l'Institute and Faculty of Actuaries, janvier 2011.

<http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/discussion-paper-common-risk-classification-system-actuarial-profes>.

Licensing. Bermuda Monetary Authority, page consultée le 10 janvier 2014.

<http://www.bma.bm/insurance/licensing/SitePages/Home.aspx>.

Cadre de surveillance pour la mise en œuvre de mesures de suffisance du capital

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard GPS 110 Capital Adequacy », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013.

<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard LPS 110 Capital Adequacy », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-110-Capital-Adequacy-January-2013.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard GPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013.

<http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/GPS-118-Capital-Adequacy-Operational-Risk-Charge-January-2013.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Standard LPS 118 Capital Adequacy: Operational Risk Charge », Australian Prudential Regulation Authority, janvier 2013.

<http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/LPS-118-Capital-Adequacy-Operational-Risk-Charge-January-2013.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres – Dispositif révisé –Version compilée », Banque des règlements internationaux, juin 2006.

<https://www.bis.org/publ/bcbs128fre.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Principles for the Sound Management of Operational Risk », Banque des règlements internationaux, juin 2011. <http://www.bis.org/publ/bcbs195.pdf>.

Comité européen des assurances et des pensions professionnelles. « CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula – Article 111 (f) Operational Risk », CEIOPS-Doc-45/09, octobre 2009.

https://www.ceiops.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/consultationpapers/CP53/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-operational-risk.pdf.

Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », 1^{er} octobre 2011, y compris des modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Cadre de surveillance », décembre 2010, page consultée le 27 février 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rai-eri/sp-ps/Pages/sff.aspx#18>.

Bermudes

Bermuda Monetary Authority. « Guidance Note #17 – Commercial Insurer Risk Assessment », Bermuda Monetary Authority, novembre 2008. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20No.%2017%20-%20Commercial%20Insurer%20Risk%20Assessment.pdf>.

Bermuda Monetary Authority. « The Insurance Code of Conduct ». Bermuda Monetary Authority, février 2010. <http://www.bma.bm/uploaded/The%20Insurance%20Code%20of%20Conduct.pdf>.

Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class C, Class D and Class E Solvency Requirement) Rules 2011 », Bermuda Monetary Authority, 2011. [http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Rules%202011.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Rules%202011.pdf).

Bermuda Monetary Authority. « Guidance Notes, Standards and application framework for the use of internal capital models for regulatory capital purposes – revised », Bermuda Monetary Authority, septembre 2012. <http://www.bma.bm/document-centre/policy-and-guidance/INSURANCE%20II/Guidance%20Note%20-%20Standards%20and%20Application%20Framework%20for%20the%20Use%20of%20Internal%20Capital%20Models%20for%20Regulatory%20Capital%20Purposes.pdf>.

Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class C, Class D and Class E Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 BR 110/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013. [http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%20C,%20Class%20D%20and%20Class%20E%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class 3A Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 – BR 111/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013. [http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%203A%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%203A%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Class 4 and Class 3B Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 – BR 112/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013. [http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Class%204%20and%20Class%203B%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Class%204%20and%20Class%203B%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

Bermuda Monetary Authority. « Insurance (Prudential Standards) (Insurance Group Solvency Requirement) Amendment Rules 2013 – BR 114/2013 », Bermuda Monetary Authority, 2013. [http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20\(Prudential%20Standards\)%20\(Insurance%20Group%20Solvency%20Requirement\)%20Amendment%20Rules%202013.pdf](http://www.bma.bm/legislation/Insurance/Insurance%20(Prudential%20Standards)%20(Insurance%20Group%20Solvency%20Requirement)%20Amendment%20Rules%202013.pdf).

Canada

Bureau du surintendant des institutions financières. « Ligne directrice Test du capital minimal (TCM) », septembre 2014, page consultée le 22 octobre 2014. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rq-ro/gdn-ort/gld/Pages/mct2015-let.aspx>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Ligne directrice – Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », page 5, janvier 2013. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Docs/mct2013.pdf>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Ligne directrice – Montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent (MMPRCE) des sociétés d'assurance-vie », janvier 2013. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/Docs/MCCSR2013.pdf>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Document de travail sur les modifications proposées par le BSIF au cadre de capital réglementaire des sociétés d'assurances multirisques fédérales », mai 2013. <http://www.osfi-bsif.gc.ca/fra/Docs/MCTDC.pdf>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Approche standard du calcul des exigences de capital – Étude d'impact quantitative n° 5 » novembre 2013, page consultée le 18 janvier 2014. http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/pp-do/Pages/qis5_let.aspx.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Approche standard du calcul des exigences de capital – Étude d'impact quantitative n° 5 – Sommaire – Feuilles de calculs (version 2) », novembre 2013, page consultée le 18 janvier 2014. http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/pp-do/Pages/qis5_index.aspx.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », section 7.1, septembre 2014, page consultée le 22 octobre 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015.aspx#Toc-7.1>.

Bureau du surintendant des institutions financières. « Test du capital minimal à l'intention des sociétés d'assurances multirisques fédérales », janvier 2015, page consultée le 29 septembre 2014, <http://www.osfi-bsif.gc.ca/Fra/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/mct2015.aspx>.

Europe

Solvency II, Prudential Regulation Authority, Bank of England, page consultée le 16 janvier 2014. <http://www.bankofengland.co.uk/pru/pages/solvency2/default.aspx>.

Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. « EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency II », EIOPA-TFQIS5-11/001, mars 2011. http://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/reports/QIS5_Report_Final.pdf.

Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. « Orientations pour l'examen des modèles internes lors de la phase de précandidature », EIOPA-CP-13/011, 2011. https://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/guidelines/Pre_Application_of_Internal_Models/EIOPA_2013_00210000_FR_TRA.pdf.

Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. « Guidelines on System of Governance », EIOPA-CP-13/08, 2013. https://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/publications/guidelines/System_of_Governance/Final_EN_SoG_Clean.pdf.

Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. « Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (Solvabilité II) », *Journal officiel de l'Union européenne*, novembre 2009, articles 13, 101, 104 et 107, page consultée le 14 janvier 2014. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:335:0001:0155:FR:PDF>.

Prudential Regulation Authority. « Policy: Europe & UK – Pillar 1 Capital adequacy », Bank of England, juin 2013. <http://www.bankofengland.co.uk/pru/Documents/solvency2/pillar1.pdf>.

Solvency II, Lloyds, page consultée le 16 janvier 2014. <http://www.lloyds.com/the-market/operating-at-lloyds/solvency-ii>.

Afrique du Sud

Financial Services Board. « Solvency Assessment and Management 2013 Update », mars 2013. <https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SAM%202013%20Update.pdf>.

Financial Services Board. « Solvency Assessment and Management – Third South African Quantitative Impact Study (SA QIS3) – Technical Specifications », 2014. <https://www.fsb.co.za/Departments/insurance/Documents/SA%20QIS3%20Technical%20Specifications.pdf>.

Suisse

Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (Suisse) FINMA. « Circulaire 2008/44 SST – Test Suisse de Solvabilité (SST) », novembre 2008. <https://www.finma.ch/f/regulierung/Documents/finma-rs-2008-44-f.pdf>.

Swiss Quality Assessment (SQA). Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (Suisse) FINMA, page consultée le 10 février 2014. <http://www.finma.ch/archiv/bpv/f/themen/01345/index.html?lang=fr>.

États-Unis

National Association of Insurance Commissioners. « Own Risk and Solvency Assessment (ORSA) », National Association of Insurance Commissioners & the Center for Insurance Policy and Research. http://www.naic.org/cipr_topics/topic_own_risk_solvency_assessment.htm.

National Association of Insurance Commissioners. « Risk-Based Capital », plus récente mise à jour le 26 août 2014. http://www.naic.org/cipr_topics/topic_risk_based_capital.htm.

Guide pour la gestion et les rapports liés au risque opérationnel

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Practice Guide GPG 230 – Operational Risk », Australian Prudential Regulation Authority, février 2006. <http://www.apra.gov.au/GI/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-GPG-230-Operational-Risk.pdf>.

Australian Prudential Regulation Authority. « Prudential Practice Guide LPG 230 – Operational Risk », Australian Prudential Regulation Authority, mars 2007. <http://www.apra.gov.au/lifs/PrudentialFramework/Documents/Prudential-Practice-Guide-LPG-230-Operational-Risk.pdf>.

Operational Riskdata eXchange Association. « Operational Risk Reporting Standards (ORRS) – Edition 2011 », 12 juillet 2012.

Ligne directrice de surveillance pour les méthodes de modélisation

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011. <http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », 1^{er} octobre 2011, y compris des modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

La nature et la gestion du risque opérationnel

Felice, L., et S. Hall. « The Increasing Importance of Sound Operational Risk Management », Bulletin du CIPR, NAIC et le Center for Insurance Policy and Research (CIPR), octobre 2013.

http://www.naic.org/cipr_newsletter_archive/vol9_op_risk_management.pdf.

van den Heever, R., et J. Slawski. « Operational risk management », exposé à l'occasion de la Convention de l'Actuarial Society of South Africa de 2011, novembre 2011.

<http://www.actuarialsociety.org.za/Portals/2/Documents/Convention-OperationalRiskManagement-RH-JS-2011.pdf>.

Méthodes qualitative et quantitative pour le risque opérationnel

Survol

Cantle, N., D. Clark, J. Kent et H. Verheugen. « A brief overview of current approaches to operational risk under Solvency II », Milliman White Paper, juillet 2012. <http://uk.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/pdfs/current-approaches-operational-risk.pdf>.

Hall, S. « The Use of Internal Models in U.S. Insurance Regulation », National Association of Insurance Commissioners & the Center for Insurance Policy and Research, octobre 2013.

http://www.naic.org/cipr_newsletter_archive/vol9_internal_models.pdf.

Tripp, M.H., H.L. Bradley, R. Devitt, G.C. Orros, G.L. Overton et coll. « Quantifying Operational Risk in General Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du General Insurance Research Organization, mars 2004. <http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/33784baj105919-10262004tripp.pdf>.

Utilisation des données et jugements d'experts

Lambrigger, D.D., P.V. Shevchenko et M.V. Wuthrich. « *The Quantification of Operational Risk using Internal Data, Relevant External Data and Expert Opinions* », juillet 2007. [http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/\\$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/dfdd987956704deac1257840002b6931/$FILE/CombiningDataSourcesOpRisk.pdf).

Méthode de l'approche de mesures avancées (AMA)

Chapelle, A., Y. Crama, G. Hübner et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32 (2008), octobre 2007, pp. 1049-1061. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

Méthode des réseaux de décision bayésiens

Adusei-Poku, K. « Operational Risk Management – Implementing a Bayesian Network for Foreign Exchange and Money Market Settlement », University of Göttingen, 2005. <http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AF0F-F/adusei-poku.pdf?sequence=1>.

Agena. « Intelligent solutions for quantifying Operational Risk », dans *Agena White Paper*, Agena Ltd., 2004. http://www.agenarisk.com/resources/technology_articles/Operational_Risk.pdf.

Alexander, Carol. « Bayesian Methods for Measuring Operational Risk », ISMA Centre, The Business School for Financial Markets, University of Reading, 2000. <http://www.icmacentre.ac.uk/pdf/discussion/DP2000-02.pdf>.

Alexander, Carol. « Chapter 14 Managing Operational Risks with Bayesian Networks », *Operational Risk: Regulation, Analysis, and Management*. Financial Times Prentice Hall, 2003. http://www.carolalexander.org/publish/download/JournalArticles/PDFs/Chapter_Alexander_Bayesian_2003.pdf.

Antonucci, A., A. Piatti et M. Zaffalon. « Credal Networks for Operational Risk Measurement and Management », Istituto "Dalle Molle" di Studi sull'Intelligenza Artificiale, Suisse, 2007. <http://www.idsia.ch/~alessandro/papers/antonucci2007c.pdf>.

Aquaro, V., M. Bardoscia, R. Bellotti, A. Consiglio, F. De Carlo et coll. « A Bayesian Networks Approach to Operational Risk », épreuve transmise à Physica A, février 2012. <http://arxiv.org/pdf/0906.3968v2.pdf>.

Neil, M., D. Häger et L.B. Andersen. « Modeling operational risk in financial institutions using hybrid dynamic Bayesian networks », dans *The Journal of Operational Risk* (3-33), Volume 4/numéro 1, printemps 2009. http://bayes.customer3.netflexapp.no/media/jop_v4n1a1.pdf.

Neil, M., D. Marquez et N. Fenton. « Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions », *The Capco Institute – Journal for Financial Transformation*, page consultée le 24 janvier 2014. http://www.eecs.qmul.ac.uk/~martin/index_files/capco%20paper.pdf.

Ramamurthy, S., H. Arora et A. Ghosh. « Operational Risk Probabilistic Networks – An Application to Corporate Actions Processing », Infosys, livre blanc, novembre 2005. <http://www.infosys.com/industries/financial-services/white-papers/documents/operational-risk-probabilistic-networks.pdf>.

Sanford, A.D., et I.A. Moosa. « A Bayesian network structure for operational risk modelling in structured finance operations », Department of Accounting and Finance, Monash University, Australie, Ébauche de document de travail, 2008. http://www.melbournecentre.com.au/WorkingPaper_part1_Sanford_Moosa2008.pdf.

Yoon, Y.K. « Modelling Operational Risk in Financial Institutions Using Bayesian Networks », Faculty of Actuarial Science and Statistics, Cass Business School, Londres, mai 2003. http://www.scor.com/images/stories/pdf/library/actuarial-prize/2004_UK_YewKhuenYoon.pdf.

Méthode de l'analyse de scénarios

Embrechts, P., et G. Puccetti. « Aggregating Risk Capital, with an Application to Operational Risk », *The Geneva Risk and Insurance Review*, 2006, vol. 31, n° 2.

Embrechts, P., R. Kaufmann et G. Samorodnitsky. « Ruin Theory Revisited: Stochastic Models for Operational Risk », 2004.

Théorie de la valeur extrême

Gourier, E., W. Farkas et D. Abbate. « Operational risk quantification using extreme value theory and copulas: from theory to practice », dans *The Journal of Operational Risk*, (3-26), Volume 4/Numéro 3, automne 2009. http://www.risk.net/digital_assets/4682/jop_v4n3a1.pdf.

Comité de la réglementation des assurances de l'Association Actuarielle Internationale. « Stress Testing and Scenario Analysis », juillet 2013. http://www.actuaries.org/CTTEES_SOLV/Documents/StressTestingPaper.pdf.

Méthode actuarielle standard

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches », Banque des règlements internationaux, juin 2011.
<http://www.bis.org/publ/bcbs196.pdf>.

Chapelle, A., Y. Crama, G. Hübner et J.-P. Peters. « Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study », *ScienceDirect, Journal of Banking & Finance*, n° 32 (2008), octobre 2007, pp. 1049-1061. <http://finance.flemingeurope.com/webdata/3118/JBF-Chapelle-et-al2008.pdf>.

Chavez-Demoulin, V., P. Embrechts et J. Nešlehová. « Quantitative Models for Operational Risk: Extremes, Dependence and Aggregation », présenté à la Federal Reserve Bank of Boston, mai 2005.
http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/manuscript_cen.pdf.

Corrigan, J., et P. Luraschi. « Operational risk modelling framework », dans *Milliman Research Report*, février 2013. <http://www.milliman.com/uploadedFiles/insight/life-published/operational-risk-modelling-framework.pdf>.

Dexter, N., C. Ford, P. Jakahria, P. Kelliher, D. McCall et coll. « Quantifying Operational Risk in Life Insurance Companies », préparé par le Groupe de travail du risque opérationnel en assurance-vie, 2006.
<http://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/opriskcapital.pdf>.

Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, septembre 2010.
<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/10/10-10.pdf>.

Dutta, K.K., et D.F. Babbel. « Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach », Wharton School of the University of Pennsylvania, juillet 2012.
<http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/12/12-15.pdf>.

Dutta, K.K., et J. Perry. « A tale of tails: An empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital », série de documents de travail, Federal Reserve Bank of Boston, n° 06-13, juillet 2006. <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/55646/1/514906588.pdf>.

Embrechts, P., H. Furrer, et R. Kaufmann. « Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk », recherche appuyée par *Credit Suisse Group, Swiss Re* et *UBS AG* par l'entremise de *RiskLab*, Suisse, 2003.
<http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/OPRiskWeb.pdf>.

Furrer, H. « Swiss Solvency Test – Where to from now? », Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (FINMA), exposés de FINMA, février 2012.
http://www.ccfz.ch/files/prmia_furrer_hansjoerg_28_february_public.pdf.

Association Internationale des Contrôleurs d'Assurance. « Insurance Core Principles, Standards, Guidance and Assessment Methodology », 1^{er} octobre 2011, y compris des modifications apportées le 12 octobre 2012 et le 19 octobre 2013, page consultée le 27 février 2014. <http://www.iaisweb.org/Insurance-Core-Principles-material-adopted-in-2011-795>.

Section conjointe de la gestion des risques de la Society of Actuaries, de l'Institut canadien des actuaires et de la Casualty Actuarial Society. « A New Approach for Managing Operational Risk », juillet 2010.
<http://www.soa.org/Files/Research/Projects/research-new-approach.pdf>.

KPMG et Operational Riskdata eXchange Association. « Preparing for the Unexpected - Leading Practices for Operational Risk Scenarios », mars 2011.

McNeil, A.J., et T. Saladin. « The Peaks over Thresholds Method for Estimating High Quantiles of Loss Distributions », avril 2007. <http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/ftp/cairns.pdf>.

Rosengren, Eric. « Scenario Analysis and the AMA », Federal Reserve Bank of Boston, juillet 2006. http://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2006/data/fsc0608be9.pdf.

Méthode de la repartition des pertes

Evans, J., R. Womersley et D. Wong. « Operational risks in banks: an analysis of empirical data from an Australian bank », the Institute of Actuaries of Australia, 2007. http://www.actuaries.asn.au/Library/Events/Conventions/2007/8.d_Conv07_Paper_Evans%20Womersley%20Wong_An%20Empirical%20Analysis%20of%20Operational%20Risk%20in%20Banks.pdf.

Mesure de la valeur à risque

Aue, F., et M. Kalkbrener. « LDA at Work », Deutsche Bank AG, février 2007. http://kalkbrener.at/Selected_publications_files/AueKalkbrener06.pdf.

Böcker, K., et C. Kluppelberg. « Operational VaR: a Closed-Form Approximation », 2005. <http://mediatum.ub.tum.de/doc/1097579/1097579.pdf>.

Embrechts, P., J. Nešlehová et M.V. Wüthrich. « Additivity properties for Value-at-Risk under Archimedean dependence and heavy-tailedness », ETH Zurich, 2007. http://www.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/Emb_Nes_Wu_VaR_V4.pdf.

Ergashev, B. « Should Risk Managers Rely on Maximum Likelihood Estimation Method While Quantifying Operational Risk? », février 2008.

Frachot, A., P. Georges et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach for Operational Risk », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, avril 2001.

Frachot, A., O. Moudoulaud et T. Roncalli. « Loss Distribution Approach in Practice », Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, mai 2003. http://www.maths-fi.com/malliavin/loss_distribution_approach_in_practice_05_02_2003.pdf.

Opdyke, J.D., et A. Cavallo. « Estimating Operational Risk Capital: The Challenges of Truncation, the Hazards of MLE, and the Promise of Robust Statistics », dans *The Journal of Operational Risk*, janvier 2012.

Analyse de la modélisation du risque opérationnel à l'aide de données empiriques et d'un sondage de l'industrie

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA) », Banque des règlements internationaux, juillet 2009. <https://www.bis.org/publ/bcbs160b.pdf>.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. « Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk », Banque des règlements internationaux, juillet 2009. <http://www.bis.org/publ/bcbs160a.pdf>.

Dutta, K.K., et J. Perry. « A tale of tails: An empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital », série de documents de travail, Federal Reserve Bank of Boston, n° 06-13, juillet 2006. <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/55646/1/514906588.pdf>.

Evans, J., R. Womersley et D. Wong. « Operational risks in banks: an analysis of empirical data from an Australian bank », the Institute of Actuaries of Australia, 2007.

http://www.actuaries.asn.au/Library/Events/Conventions/2007/8.d_Conv07_Paper_Evans%20Womersley%20Wong_An%20Empirical%20Analysis%20of%20Operational%20Risk%20in%20Banks.pdf.

KPMG. « *Global EC Survey – Presentation to the FSA* », Global Economic Capital Modeling Survey of Insurers, avril 2012.

KPMG. « Operational risk – Industry update », Global Economic Capital Modeling Survey of Insurers, octobre 2013.

Moscadelli, M. « The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee », Banca D'Italia, juillet 2004.

http://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/econo/temidi/td04/td517_04/td517en/en_tema_517.pdf.

ANNEXE A – VENTILATION ENTRE LIGNES DE MÉTIER SELON BÂLE II

Niveau 1	Niveau 2	Groupes d'activité
Financement d'entreprise	Financement des entreprises	Fusions-acquisitions, engagement, privatisations, titrisation, recherche, titres de dette (État, haut rendement), actions, prêts consortiaux, introductions en bourse, placements sur le marché secondaire
	Collectivités locales/administrations publiques	
	Banque d'affaires	
	Services-conseil	
Activités de marché	Vente	Valeurs à revenu fixe, actions, changes, produits de base, crédit, financement, titres pour compte propre, prêts et pensions, courtage, titres de dette, courtage financier
	Tenue de marché	
	Prise de positions pour compte propre	
	Trésorerie	
Banque de détail	Banque de détail	Prêts et dépôts, services bancaires, fiducie et gestion de patrimoine
	Banque privée	Prêts et dépôts, services bancaires, fiducie et gestion de patrimoine, conseils en placement, banque de détail
	Cartes	Cartes de débit/de crédit, cartes d'entreprise privatives/multiprestataires
Banque commerciale	Banque commerciale	Financement de projets, immobilier, financement des exportations et du commerce, affacturage, crédit-bail, prêts, garanties, lettres de change
Paiement et règlement ³¹¹	Clientèle extérieure	Paiements et recouvrements, transferts de fonds, compensation et règlement

³¹¹ Les pertes subies au titre des paiements et règlements par une banque dans le cadre de ses activités pour compte propre sont à intégrer dans les antécédents de pertes de la ligne de métier concernée.

Niveau 1	Niveau 2	Groupes d'activité
Fonctions d'agent	Conservation	Dépôts fiduciaires, certificats de titres en dépôt, prêts de titres (clientèle), opérations de sociétés
	Services d'agent (entreprises)	Services d'émission et de paiement
	Services de fiducie (entreprises)	
Gestion d'actifs	Gestion de portefeuille discrétionnaire	Gestion centralisée, séparée, de détail, institutionnelle, fonds communs de placement (à capital fixe/variable), capital investissement
	Gestion de portefeuille non discrétionnaire	Gestion centralisée, séparée, de détail, institutionnelle, fonds communs de placement (à capital fixe/variable)
Courtage de détail	Courtage de détail	Exécution des ordres et service complet

Principes de ventilation entre lignes de métier³¹²

- a) Toutes les activités doivent être ventilées entre les huit lignes de métier de niveau 1, sans exception ni chevauchement.

³¹² Recommandations additionnelles pour la ventilation en lignes de métier

Il existe diverses méthodes valables que les banques peuvent appliquer pour ventiler leurs activités entre les huit lignes de métier, à condition de respecter les principes indiqués. Toutefois, le Comité a conscience que certains établissements aimeraient bénéficier de recommandations supplémentaires. Voici donc une approche possible à utiliser pour la répartition du revenu brut.

Le revenu brut de l'activité de banque de détail est constitué du produit net des intérêts sur les prêts et avances aux particuliers et aux PME assimilées à la clientèle de détail, plus les commissions liées à l'activité de détail traditionnelle, le revenu net des swaps et dérivés détenus pour couvrir le portefeuille bancaire de détail et le revenu procuré par les acquisitions de créances sur la clientèle de détail. Pour calculer son revenu d'intérêts net de l'activité, la banque soustrait des intérêts perçus sur les prêts et avances à la clientèle de détail le coût moyen pondéré du financement de ces prêts (quelle que soit leur source : opérations de détail ou autres dépôts).

De même, le revenu brut de l'activité de banque commerciale comprend le produit net des intérêts sur les prêts et avances aux entreprises (et aux PME assimilées aux entreprises), aux autres banques et emprunteurs souverains et le revenu sur les acquisitions de créances sur les entreprises, plus les commissions liées à l'activité de banque commerciale traditionnelle, notamment : engagements, garanties, lettres de change, produit net (coupons et dividendes, par exemple) sur les titres du portefeuille bancaire et les profits/pertes sur swaps et dérivés destinés à couvrir le portefeuille bancaire commercial. Dans ce cas également, pour calculer son revenu d'intérêts net, la banque soustrait des intérêts perçus sur les prêts et avances consentis à ses clients (entreprises, banques et emprunteurs souverains) le coût moyen pondéré du financement de ces prêts (quelle que soit leur source).

Pour les activités de marché, le revenu brut se compose des profits/pertes sur les instruments détenus à des fins de négociation (portefeuille évalué aux prix du marché) en termes nets du coût de financement, plus les commissions de courtage de gros.

S'agissant des cinq autres lignes de métier, le revenu brut est constitué principalement par les commissions nettes perçues dans chacune d'elles. Pour la catégorie des paiements et règlements, cela comprend les commissions reçues en échange de services de paiement/règlement fournis aux contreparties de gros. La gestion d'actifs représente la gestion de patrimoine pour le compte de tiers.

- b) Toute activité bancaire ou non bancaire qui ne s'insère pas d'emblée dans le cadre général, mais qui représente une fonction accessoire à une ligne de métier qui, elle, y figure doit être affectée à celle-ci. Si l'activité accessoire se rapporte à plus d'une ligne de métier, il faut utiliser un critère de ventilation objectif.
- c) S'agissant du revenu brut, si une activité ne s'insère dans aucune ligne de métier particulière, c'est celle qui est affectée de l'exigence la plus élevée qui doit être retenue, pour cette activité et pour toute activité accessoire.
- d) Une banque peut utiliser une méthode interne de tarification pour répartir le revenu brut entre les lignes de métier, à condition que le revenu brut total (tel qu'il serait enregistré dans le cadre de l'approche indicateur de base) soit intégralement réparti entre les lignes de métier.
- e) La ventilation en lignes de métier aux fins du calcul des fonds propres au titre du risque opérationnel doit être conforme avec les définitions des lignes de métier utilisées pour les autres risques, c'est-à-dire de crédit et de marché. Toute exception à ce principe doit être clairement justifiée et documentée.
- f) Le processus de ventilation doit être clairement documenté. Il importe, en particulier, que les définitions des lignes de métier soient suffisamment claires et détaillées pour permettre à des tiers de reconstituer la ventilation. La documentation doit notamment justifier avec précision toute exception ou écart; elle doit être conservée.
- g) Des procédures doivent être en place pour définir la ventilation de tout élément nouveau (activité ou produit).
- h) La direction est responsable de la politique régissant le processus de ventilation (cette politique est soumise à l'approbation du conseil d'administration).
- i) Le processus de ventilation en lignes de métier doit faire l'objet d'un audit indépendant.

ANNEXE B – CLASSIFICATION DÉTAILLÉE DES ÉVÉNEMENTS GÉNÉRATEURS DE PERTES OPÉRATIONNELLES SELON BÂLE II

Catégorie d'événement (niveau 1)	Définition	Sous-catégorie (niveau 2)	Exemples (niveau 3)
Fraude interne	Pertes dues à des actions visant à frauder, détourner des biens ou à contourner les règlements, la législation ou la politique de l'entreprise (à l'exception des atteintes à l'égalité et des actes de discrimination visés ci-après), impliquant au moins une partie interne à la banque	Activité non autorisée	Transactions non notifiées (intentionnellement) Transactions de type non autorisé (avec perte financière) Évaluation (intentionnellement) inexacte d'une position
		Vol et fraude	Fraude/fraude au crédit/absence de provision Vol/extorsion/détournement de fonds/vol qualifié Détournement d'actifs Destruction malveillante d'actifs Contrefaçon de documents Falsification de chèques Trafic de devises Usurpation de compte/d'identité/etc. Fraude/évasion fiscale (délibérée) Corruption/commissions occultes Délit d'initié (dans l'intérêt d'un particulier)
Fraude externe	Pertes dues à des actions visant à frauder, à détourner des biens ou à contourner la législation, de la part d'une partie extérieure à la banque	Vol et fraude	Vol/vol qualifié Contrefaçon de documents Falsification de chèques
		Sécurité des systèmes	Domages dus au piratage informatique Vol d'informations (avec perte financière)

Catégorie de type de perte (niveau 1)	Définition	Catégories (niveau 2)	Exemples (niveau 3)
Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail	Pertes résultant d'actions non conformes à la législation ou aux conventions relatives à l'emploi, la santé ou la sécurité, de demandes d'indemnisation au titre d'un dommage personnel ou d'atteintes à l'égalité des droits/d'actes de discrimination	Relations de travail	Questions liées aux rémunérations et aux avantages, à la résiliation du contrat de travail Activité syndicale
		Sécurité du lieu de travail	Responsabilité civile (chute, etc.) Événements liés à la réglementation sur la santé et la sécurité du personnel Indemnisation du personnel
		Égalité des droits et discrimination	Tous types de discrimination
Clients, produits et pratiques commerciales	Pertes résultant d'un manquement (non intentionnel ou dû à la négligence) à une obligation professionnelle (y compris exigences en matière de fiducie et de conformité) envers un ou des clients déterminés ou résultant de la nature ou de la conception d'un produit.	Conformité, devoir d'information et devoir fiduciaire	Violation du devoir fiduciaire/non-respect des procédures établies Conformité/devoir d'information (connaissance de la clientèle, etc.) Violation du devoir de confidentialité Atteinte à la vie privée Pratiques de vente agressives Opérations fictives Utilisation abusive d'informations confidentielles Responsabilité du prêteur
		Pratiques commerciales/de marché incorrectes	Législation antitrust Pratiques incorrectes Manipulation du marché Délit d'initié (au nom d'une entreprise) Activité non conforme à l'agrément Blanchiment d'argent
		Défauts d'un produit	Vices de conception ou non-respect des contraintes administratives ou commerciales (absence d'autorisation, etc.) Erreurs de modélisation

Catégorie de type de perte (niveau 1)	Définition	Catégories (niveau 2)	Exemples d'activité (niveau 3)
		Sélection, promotion et exposition au risque	Insuffisance de l'analyse clientèle Dépassement des limites d'exposition envers un client
		Services de conseil	Litiges concernant la qualité des prestations de conseil
Dommages aux actifs corporels	Destruction ou dommages résultant d'une catastrophe naturelle ou d'autres sinistres	Catastrophes et autres sinistres	Pertes résultant d'une catastrophe naturelle Pertes humaines dues à des causes externes (terrorisme, vandalisme)
Interruptions d'activité et dysfonctionnements des systèmes	Pertes résultant d'interruptions de l'activité ou de dysfonctionnements des systèmes	Systèmes	Matériel Logiciel Télécommunications Interruptions/perturbations d'un service public/collectif
Exécution, livraison et gestion des processus	Pertes résultant d'un suspens sur transaction ou d'un problème dans la gestion des processus ou pertes subies dans le cadre des relations avec les contreparties commerciales et les fournisseurs	Saisie, exécution et suivi des transactions	Difficultés de communication Erreurs dans la saisie, le suivi ou le chargement Non-respect de délais ou d'obligations Erreurs de manipulation du modèle/système Erreurs comptables/d'affectation d'un élément Autres erreurs d'exécution Problèmes de livraison Fautes dans la gestion des sûretés Mauvais suivi des données de référence
		Surveillance et information financière	Manquement aux obligations d'information financière Inexactitudes dans les rapports externes (entraînant des pertes)
		Acceptation et documentation clientèle	Absence d'autorisation par le client ou absence de déni de responsabilité Pièces justificatives absentes/incomplètes

Catégorie de type de perte (niveau 1)	Définition	Catégories (niveau 2)	Exemples d'activité (niveau 3)
		Gestion des comptes clients	Accès non autorisé aux comptes Données clients incorrectes (entraînant des pertes) Actifs clients perdus ou endommagés par négligence
		Contreparties commerciales	Prestations inadéquates d'une contrepartie professionnelle Litiges divers avec une contrepartie professionnelle
		Fournisseurs	Sous-traitance Litiges avec les fournisseurs

ANNEXE C – CLASSIFICATION DES SOCIÉTÉS D'ASSURANCES (BERMUDES)

L'extrait qui suit provient de la page de licence du site Web de la BMA³¹³.

Les Bermudes appliquent un système de réglementation à licences multiples qui regroupe les sociétés d'assurances générales en six catégories, les sociétés d'assurances à long terme en cinq catégories, les sociétés d'assurances spéciales dans une seule catégorie; en outre le système tient compte des sociétés composites.

CATÉGORIE 1 :

Sociétés d'assurances captives à société-mère unique qui ne souscrivent que les risques de ses propriétaires et de leurs affiliés.

Les sociétés d'assurances de catégorie 1 doivent conserver un capital et un excédent d'au moins 120 000 \$.

CATÉGORIE 2:

Sociétés d'assurances captives à propriétaires multiples et qui se définissent comme des sociétés d'assurances appartenant à des entités non liées, pourvu que la société captive ne souscrive que les risques de ses propriétaires et de leurs affiliés et(ou) les risques se rapportant aux activités des propriétaires et de leurs affiliés.

Une licence de catégorie 2 s'applique également aux sociétés d'assurances captives à société-mère unique et à propriétaires multiples qui souscrivent au plus 20 % des primes nettes provenant de risques qui ne se rapportent pas aux activités de leurs propriétaires et affiliés.

Les sociétés d'assurances de catégorie 2 doivent conserver un capital et un excédent d'au moins 250 000 \$.

CATÉGORIE 3 :

Sociétés d'assurances et de réassurance non comprises dans les catégories 1, 2, 3A, 3B ou 4. On y retrouve des sociétés de réassurance structurée qui souscrivent des polices d'assurances de tiers, des sociétés d'assurances qui souscrivent des polices directes avec des tiers, des sociétés d'assurances à société-mère unique, des groupes, des associations, des agences ou des coentreprises captives dont plus de 20 % des primes nettes souscrites se rapportent à des risques non liés aux activités des propriétaires.

Sociétés d'assurances captives qui souscrivent plus de 20 %, mais moins de 50 % de polices non complémentaires.

Les sociétés d'assurances de catégorie 3 doivent conserver un capital et un excédent d'au moins un million de dollars.

CATÉGORIE 3A :

Petites sociétés d'assurances commerciales dont le pourcentage de polices non complémentaires représente au moins 50 % des primes nettes souscrites ou des pertes nettes et des provisions pour charges relatives aux pertes, lorsque les primes nettes des polices non complémentaires sont inférieures à 50 millions de dollars.

³¹³ <http://www.bma.bm/insurance/licensing/SitePages/Home.aspx>, page consultée le 10 janvier 2014.

Les sociétés d'assurances de catégorie 3A doivent conserver un capital et un excédent d'au moins un million de dollars.

CATÉGORIE 3B :

Grandes sociétés d'assurances commerciales dont le pourcentage de polices non complémentaires représente au moins 50 % des primes nettes souscrites ou des pertes nettes et des provisions pour charges relatives aux pertes, lorsque les primes nettes des polices non complémentaires dépassent 50 millions de dollars.

Les sociétés d'assurances de catégorie 3B doivent conserver un capital et un excédent d'au moins un million de dollars.

CATÉGORIE 4 :

Sociétés d'assurances et de réassurance qui souscrivent des polices d'assurance complémentaire de responsabilité civile et(ou) des risques de réassurance de catastrophe relative aux biens.

Les sociétés d'assurances de catégorie 4 doivent conserver un capital et un excédent de 100 millions de dollars.

SOCIÉTÉS D'ASSURANCES SPÉCIALES :

Pour que la demande d'agrément d'une société comme société d'assurances spéciale soit étudiée, elle doit respecter les critères suivants :

- La société doit exercer son activité dans la branche de la titrisation liée à l'assurance;
- La société est constituée pour effectuer une seule opération ou un seul ensemble d'opérations;
- Les obligations de la société d'assurances sont entièrement garanties;
- Les opérations sont exécutées auprès d'un nombre limité de participants diversifiés.

LONG TERME – CATÉGORIE A :

Société d'assurances à long terme captive qui n'a qu'une société-mère et qui souscrit les risques d'entreprise à long terme des propriétaires de la société d'assurance-vie et de leurs affiliés.

Les sociétés d'assurances de catégorie A doivent conserver un capital et un excédent de 120 000 \$.

LONG TERME – CATÉGORIE B :

Sociétés d'assurances à long terme captives à plusieurs propriétaires qui, par définition, sont des sociétés d'assurances à long terme appartenant à des entités non liées, pourvu que la société captive souscrive exclusivement les risques d'entreprise de longue durée des propriétaires et de leurs affiliés et(ou) les risques se rapportant aux activités des propriétaires et de leurs affiliés.

Une licence de catégorie B s'applique aux sociétés d'assurances captives à société mère unique et à propriétaires multiples qui souscrivent au plus 20 % des primes nettes provenant de risques qui ne se rapportent pas aux activités de leurs propriétaires et affiliés.

Les sociétés d'assurances de catégorie B doivent conserver un capital et un excédent de 250 000 \$.

LONG TERME – CATÉGORIE C :

Sociétés d'assurances et de réassurance à long terme dont l'actif total est inférieur à 250 millions de dollars et qui ne peuvent être enregistrées comme société d'assurances de catégorie A ou B.

Les sociétés d'assurances de catégorie C doivent conserver un capital et un excédent de 500 000 \$.

LONG TERME – CATÉGORIE D :

Sociétés d'assurances et de réassurance à long terme dont l'actif total est d'au moins 250 millions de dollars, mais moins de 500 millions de dollars, et qui ne peuvent être enregistrées comme société d'assurances de catégorie A ou B.

Les sociétés d'assurances de catégorie D doivent conserver un capital et un excédent de 4 millions de dollars.

LONG TERME – CATÉGORIE E :

Sociétés d'assurances et de réassurance à long terme dont l'actif total est de plus de 500 millions de dollars et qui ne peuvent être enregistrées comme société d'assurances de catégorie A ou B.